

Henrique Manuel Domingues Faustino

Licenciado em Física e Química (ensino de)

**RELATÓRIO DE ATIVIDADE PROFISSIONAL E UMA
ABORDAGEM PRÁTICA DO ENSINO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS
NO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO**

Relatório para obtenção do Grau de Mestre em Educação

Especialização em Complementos de Física para o Ensino

Orientador: Professor Doutor Vítor Duarte Teodoro

Faculdade de Ciências e Tecnologias da
Universidade Nova de Lisboa

Presidente: Prof. Doutora Mariana Teresa Gaio Alves

Vogal: Prof. Doutor Vítor Manuel Neves Duarte Teodoro

Vogal: Prof. Doutor António Carlos Simões Paiva



março, 2017

Relatório de Atividade Profissional e uma abordagem prática do ensino de circuitos elétricos no ensino básico e secundário.

Copyright © 2017 by Henrique Manuel Domingues Faustino, FCT/UNL, UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Quero agradecer à minha família todo o apoio e compreensão, especialmente à minha esposa, Carina, que orientou toda a gestão da casa para eu dispor de tempo para elaborar este relatório.

Agradeço à Sandra o tempo disponibilizado para me ajudar na tradução de alguns documentos e na revisão da tese.

Agradeço ao professor Doutor Vítor Duarte Teodoro, pela disponibilidade para me orientar o mestrado, pela partilha de conhecimentos e pelos desafios lançados que me fizeram evoluir academicamente.

Abstract

The present work aims at attaining the Master's Degree in Education according to the "Pre - Bologna" Regulation for Graduations, which includes five-year degrees and at least five years of professional experience.

Throughout the course of his studies and professional experience, the author has acquired a vast knowledge, both in physics and in chemistry, as well as organizational teamwork and social skills.

This paper is divided in two parts: in the first one, we can find the description of the author's professional activity; while in the second part there is a brief description of the different studies on also a thorough research on alternative conceptions in the teaching of electricity, through some practical activities.

Finally, the author has introduced a set of practical activities which are directed at elementary and advanced students, raising their awareness to Science.

Keywords: energy, mechanical energy, energy conservation, energy dissipation.

Resumo

A apresentação do presente relatório visa a obtenção do Grau de Mestre em Educação de acordo com o estabelecido no regulamento para Licenciados “Pré-Bolonha”, que abrange as licenciaturas de cinco anos com, pelo menos, cinco anos de experiência profissional.

Ao longo do meu percurso profissional tenho adquirido competências que valorizam o meu trabalho como professor.

Com este projeto tive a oportunidade de fazer uma reflexão acerca do meu trabalho como professor e, ao mesmo tempo, aprofundar o meu conhecimento académico.

O presente trabalho é composto por duas partes. Na primeira parte, encontra-se a descrição da minha atividade profissional. Na segunda parte, apresento uma breve síntese histórica sobre a evolução do conhecimento da eletricidade ao longo dos tempos, uma breve referência ao ensino de ciências e como algumas conceções erradas influenciam o ensino de ciências. Por fim, apresento um conjunto de atividades práticas divididas em dois capítulos; o primeiro apresenta um conjunto de atividades com o objetivo de, através da componente prática, eliminar alguns equívocos comuns no capítulo da eletricidade; o segundo exhibe atividades, adaptadas de manuais escolares, onde cada atividade tem o objetivo de cumprir as metas curriculares estipuladas para ensino da eletricidade nos ensinos básico e secundário.

Palavras-chave: energia, diferença de potencial, tensão elétrica, resistência elétrica, circuitos elétricos, educação em ciências, aprendizagem significativa, sequência didática e ensino da física.

Índice

| | |
|---|----|
| Agradecimentos | 3 |
| Abstract | 4 |
| Resumo | 5 |
| Índice | 6 |
| Índice de Figuras | 8 |
| 1 Introdução..... | 9 |
| 2 Relatório de atividade profissional..... | 11 |
| 2.1 Introdução..... | 11 |
| 2.2 Conhecimentos científicos e didáticos | 12 |
| 2.3 Promoção da aprendizagem pela motivação e responsabilização dos alunos..... | 13 |
| 2.4 “Plasticidade” | 14 |
| 2.5 Identificação e vivência do projeto educativo | 14 |
| 2.6 Comunicação | 15 |
| 2.7 Planeamento | 16 |
| 2.8 Procura de informação e atualização de conhecimentos | 17 |
| 2.9 Avaliação..... | 17 |
| 2.10 Reflexão final | 18 |
| 3 Uma breve síntese histórica sobre a eletricidade..... | 19 |
| 3.1 A descoberta da eletricidade..... | 19 |
| 3.2 Fluido elétrico..... | 20 |
| 3.3 Novos instrumentos elétricos | 21 |
| 3.4 Armazenamento do “fluido elétrico” | 21 |
| 3.5 Contributos de Benjamin Franklin na história da eletricidade | 22 |
| 3.6 A eletricidade no fim do século XVIII..... | 24 |
| 3.7 O primeiro passo para a tecnologia moderna | 26 |

| | | |
|------|---|----|
| 3.8 | A entrada da eletricidade na era moderna | 27 |
| 4 | Aprendizagem em ciência | 29 |
| 4.1 | Uma visão no ensino das ciências | 29 |
| 4.2 | A influência dos estudos sobre “alternative frameworks” no ensino das ciências | 30 |
| 4.3 | Concepções alternativas em eletricidade..... | 35 |
| 5 | Como começar o estudo dos fenômenos elétricos..... | 37 |
| 5.1 | Conceitos mais usuais envolvendo circuitos elétricos simples | 39 |
| 5.2 | Uso de analogias..... | 40 |
| 6 | Atividades práticas específicas para ajudar na resolução de equívocos (“misconceptions”)..... | 43 |
| | Atividade 1: bateria como fonte de corrente constante..... | 44 |
| | Atividade 2: consumo da corrente pelos recetores | 45 |
| | Atividade 3: ordem dos recetores num circuito | 47 |
| | Atividade 4: a fonte fornece os portadores de carga..... | 49 |
| | Atividade 5: diferença de potencial vs. corrente elétrica..... | 51 |
| | Atividade 6: fatores de que depende o funcionamento de um circuito elétrico. | 53 |
| | Atividade 7: a diferença de potencial mantém-se ao longo do circuito? | 55 |
| | Atividade 8: divisão da corrente | 56 |
| | Atividade 9: forma dos circuitos..... | 57 |
| 6.1 | Atividades práticas em articulação com as metas curriculares. | 59 |
| 6.2 | Atividade prática n.º 1: eletricidade estática | 59 |
| 6.3 | Atividade Prática N.º 2: acender a lâmpada | 61 |
| 6.4 | Atividade Prática N.º 3: circuito elétrico simples | 62 |
| 6.5 | Atividade Prática N.º 4: condução elétrica..... | 64 |
| 6.6 | Atividade prática n.º 6: resistência elétrica e lei de Ohm..... | 68 |
| 6.7 | Atividade prática n.º 7: gerador eletroquímico..... | 71 |
| 6.8 | Atividade prática n.º 8: efeito magnético da corrente elétrica..... | 72 |
| 6.9 | Atividade prática n.º 8: efeito químico..... | 75 |
| 6.10 | Atividade prática n.º 9: características de uma pilha. | 76 |
| 6.12 | Conclusão | 79 |
| | Referências | 81 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 3-1 – Papagaio de Benjamin Franklin. Wikipédia, 2016. | 24 |
| Figura 3-2 – Diagramas de vários fenômenos elétricos em experiências e observações em eletricidade. Disponível em: http://www.benjamin-franklin-history.org/experiments-with-electricity , 2016..... | 24 |
| Figura 5-1 - Exemplos de circuitos onde a pilha é vista como fonte de corrente e a lâmpada como consumidora dessa mesma corrente..... | 38 |
| Figura 5-2 - Modelos de corrente elétrica em circuitos simples..... | 39 |

1 Introdução

A apresentação do presente relatório visa a obtenção do Grau de Mestre em Educação de acordo com o estabelecido no regulamento para Licenciados “Pré-Bolonha”, que abrange as licenciaturas de cinco anos com, pelo menos, cinco anos de experiência profissional.

Com este projeto tive a oportunidade de fazer uma reflexão acerca do meu trabalho como professor e, ao mesmo tempo, aprofundar o meu conhecimento académico.

A Escola onde trabalho, Instituto Educativo do Juncal, valoriza muito a formação contínua dos seus docentes e o programa para ser mestre da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade de Lisboa possibilitou-me isso. Este programa permitiu conciliar o meu trabalho enquanto professor e o desenvolvimento do meu projeto. Escolhi um capítulo da Física (circuitos elétricos) que, enquanto professor, mais prazer me dá em lecionar dado a sua ampla possibilidade de exploração prática. Dada a importância que as atividades práticas têm no ensino experimental, senti necessidade em aprofundar o meu conhecimento quer científico quer didático desta temática.

O Instituto Educativo do Juncal encontra-se inserido num meio maioritariamente rural, tendo os encarregados de educação um nível de escolaridade baixo e os alunos um fraco aproveitamento. Tendo em conta os fatores referidos, tenho necessidade de diversificar estratégias de forma a ir ao encontro das expectativas dos alunos promovendo uma aprendizagem mais alargada, isto é, não me restringindo apenas à dimensão académica e profissional mas também à dimensão pessoal e social. O grupo de Física e Química, da escola onde me encontro é muito solidário e permite discussões muito pertinentes sobre todo o processo ensino aprendizagem fazendo com que todos consigamos melhorar as nossas competências para o ensino.

O presente trabalho é composto por duas partes. Na primeira parte, encontra-se a descrição da minha atividade profissional. Na segunda parte, apresento uma breve síntese histórica sobre a evolução do conhecimento da eletricidade ao longo dos tempos, uma breve referência ao ensino de ciências e como algumas conceções erradas influenciam o

ensino de ciências. Por fim, apresento um conjunto de atividades práticas divididas em dois capítulos; o primeiro apresenta um conjunto de atividades com o objetivo de, através da componente prática, eliminar alguns equívocos comuns no capítulo da eletricidade; o segundo exibe atividades, adaptadas de manuais escolares, onde cada atividade tem o objetivo de cumprir as metas estipuladas para ensino da eletricidade.

Considero que este trabalho tenha utilidade prática para os colegas que considerem que as atividades dos manuais são insuficientes. Podem, através do primeiro capítulo de atividades práticas, verificar e corrigir alguns dos equívocos dos seus alunos. A breve síntese histórica sobre a evolução do conhecimento da eletricidade ao longo dos tempos pode ser um ponto de partida para motivar os alunos para o estudo da eletricidade.

Palavras-chave: energia, diferença de potencial, tensão elétrica, resistência elétrica, circuitos elétricos, educação em ciências, aprendizagem significativa, sequência didática e ensino da física.

2 Relatório de atividade profissional

2.1 Introdução

Ao longo dos meus nove anos de prática letiva, evoluí muito a nível pessoal e profissional. Tenho a sorte de me encontrar na mesma escola desde o início da minha carreira e de contar com colegas de grupo muito competentes onde a partilha de conhecimentos, dúvidas e estratégias em muito têm contribuído para o desenvolvimento no meu percurso como docente.

Como professor de Física e Química, possuo valências que me permitiram lecionar outras disciplinas, nomeadamente: Química Aplicada, Tecnologias Químicas e Análises Químicas. A tabela infracitada explana o meu percurso profissional.

Tabela 1- Resumo da atividade profissional.

| Ano letivo | Disciplinas lecionadas | Cargo atribuído |
|------------------|--|------------------|
| 2006/2007 | Físico – Química (7.º e 8.º), Química Aplicada e Tecnologias Químicas. | |
| 2007/2008 | Físico – Química 8.º, Análises Químicas e Tecnologias Químicas. | |
| 2008/2009 | Físico – Química 9.º, Análises Químicas, Tecnologias Químicas. | |
| 2009/2010 | Físico – Química (8.º e 9.º) e Análises Químicas. | Diretor de Turma |
| 2010/2011 | Físico – Química (8.º e 9.º) e Física e Química A (10.º) | Diretor de Turma |
| 2011/2012 | Físico – Química (7.º e 8.º) e Física e Química A (11.º) | |
| 2012/2013 | Físico – Química (8.º e 9.º). | |
| 2013/2014 | Físico – Química (8.º e 9.º). | |
| 2014/2015 | Físico – Química (8.º e 9.º). | |

2.2 Conhecimentos científicos e didáticos

A formulação de competências por ciclo pretende evidenciar a importância de certas fases do percurso do aluno não descurando a articulação que tem de existir entre os vários ciclos do ensino básico.

Seguindo as orientações propostas pelo Ministério da Educação e a minha formação científico-pedagógica e didática, cedo percebi que o ensino das Ciências Físico-Químicas, deverá ser organizado de acordo com os níveis etários, os conhecimentos prévios e a minha capacidade para despertar nos alunos o interesse por esta área. Parece então óbvio que a adaptação que fiz dos conhecimentos adquiridos de forma a transmiti-los aos alunos, quer pela compreensão profunda e unificação global de conceitos, quer pela inserção dos mesmos na sua realidade quotidiana e pela transmissão do conhecimento através de uma linguagem mais simplificada, sejam medidas fulcrais para que o processo de ensino-aprendizagem se efetue.

Ao longo destes anos de prática profissional, procurei contribuir para o desenvolvimento das capacidades dos alunos, disponibilizando-lhes os conceitos e teorias da comunidade científica, organizando demonstrações elucidativas de conteúdos de leis e conceitos, desafiando-os para que expliquem o que pensam estar a perceber, forçando-os a aplicar os conceitos e leis em causa a contextos diferentes, encorajando-os a discutir diferentes situações, ou seja, guiando-os na utilização da Física e da Química para a compreensão dos fenómenos do dia-a-dia. Na continuidade deste processo, procurei sempre que os alunos sentissem que vão conseguindo os seus objetivos de um modo cada vez mais independente.

Considero, por tudo o que foi referido anteriormente, possuir os conhecimentos científicos muito bem percebidos e fundamentados pois, só assim me foi e é possível, entender as conceções cientificamente erradas dos alunos e encontrar caminhos para as ultrapassar, possibilitando assim aos mesmos uma aprendizagem útil. Assim, coube-me como docente, a responsabilidade de fomentar nos meus alunos, ao longo do ano letivo, o desenvolvimento de capacidades de raciocínio, de trabalho, de honestidade, de companheirismo e outras que farão dos jovens de hoje futuros cidadãos responsáveis pela sua parte na sociedade de amanhã.

2.3 Promoção da aprendizagem pela motivação e responsabilização dos alunos

Ao longo da prática da minha função de docente, deparo-me diariamente com a necessidade de recolher e reconhecer em cada aluno as características que o definem como ser individual. Isto porque, cada um possui uma realidade singular, necessidades, atitudes e formas de pensar próprias. Este reconhecimento é importante quando procedo à escolha de práticas, procedimentos e tarefas de rotina que visam a promoção da aprendizagem, pois só assim entendo, como o aluno aprende e se, está ou não motivado para aprender, para pensar, para sentir e para agir. Todas as tarefas de rotina permitiram-me conhecer o modo como cada aluno reage perante desafios e de que modo trabalha o seu raciocínio e se estrutura a sua forma de pensar.

Partindo deste patamar, procurei fazer com que o aluno percebesse que pode aprender mais, despertando-lhe ânimo, coragem, confiança e vontade de alargar os seus conhecimentos nessa matéria, seja através das questões colocadas para debate em sala de aula, quer pela elaboração de textos escritos ou respostas orais, através das quais os alunos se empenham e partilham aprendizagens e dificuldades que podem ser superadas pela minha mediação ou pela explicação por parte de colegas. Desta forma, implementei tarefas de rotina tais como: chamadas orais, revisões dos conteúdos abordados na aula anterior, verificação e correção dos trabalhos de casa, construção de diagrama de conceitos no final de cada unidade, debates e análise de situações do quotidiano.

Aquando da exposição de conteúdos ou na resolução de questões, verifiquei regularmente dificuldades manifestadas pelos alunos em entender alguns conceitos que exigem um certo grau de abstração, bem como a utilização de palavras que utilizam no dia-a-dia com significado diferente do científico. Procurei superar estas evidências, criando analogias com situações do quotidiano do aluno, para que percebessem os conceitos abstratos tratados. Prestei um apoio individualizado aos alunos na resolução de exercícios de aplicação e consolidação, incentivando-os a exporem as suas dúvidas, valorizando a sua participação como forma de alargarem as capacidades cognitivas pelo esforço partilhado, na busca de soluções comuns, gerando expectativas positivas quanto às suas possibilidades para enfrentar novos desafios e tarefas.

Para que a promoção da aprendizagem se efetivasse foi então necessário ter em conta o autoconceito e a autoestima de cada aluno, bem como a disponibilidade, o respeito e o afeto demonstrado por mim na identificação dos seus erros, das suas dúvidas, das suas questões e dos seus problemas, mostrando-me sempre acolhedor e positivo na superação das suas dificuldades.

2.4 “Plasticidade”

A primeira preocupação como docente, relativamente aos itens referidos anteriormente, passou por proporcionar aos alunos um ambiente de trabalho cordial e disciplinado em sala de aula que lhes permitisse aprender de forma progressiva e sustentada, possibilitando reais oportunidades de participação e iniciativa. Assim, em cada aula procurei conceber, gerir e implementar estratégias e recursos diversificados e direcionados especificamente às necessidades do grupo-turma, de modo a planear com rigor o seu desenvolvimento em sala de aula, permitindo que cada aluno transformasse, entendesse e aplicasse as aprendizagens e conhecimentos adquiridos, em contextos diversificados. A colocação de voz, a gestão dos silêncios, o contacto visual com todos os alunos, o estabelecimento de regras de comportamento e o respeito de todos por cada um, nas suas especificidades, papéis e maneiras de ser foram fatores primordiais para que a aprendizagem se efetivasse.

Saliento ainda a implementação de testes diagnósticos, no início do ano letivo, com o intuito de aferir o nível de conhecimento dos alunos, de forma a promover novas estratégias e ajustar as aulas ao seu desenvolvimento.

Planeei e planifiquei as minhas aulas adaptando as respetivas planificações à realidade de cada turma. Procurei efetuar um apoio mais individualizado a cada aluno que revelou dificuldades de aprendizagem, de forma a desenvolver competências gerais, transversais, registadas nas planificações a médio prazo de cada turma.

2.5 Identificação e vivência do projeto educativo

A escola onde trabalho há dez anos encontra-se inserida num meio maioritariamente rural, no qual os encarregados de educação possuem um nível de escolaridade baixo e os

alunos um fraco aproveitamento. Tendo em conta os fatores referidos, tive necessidade de adotar estratégias de ensino que fossem ao encontro das expectativas dos alunos de forma a promover uma aprendizagem mais alargada, isto é, não me restringindo apenas à dimensão académica e profissional mas à dimensão pessoal e social. Ensinar implicou selecionar tarefas que desafiassem as capacidades e a inteligência dos alunos, para que compreendessem a vida e lhe atribuíssem um significado. Para que os valores, regras de conduta, normas, atitudes, costumes e comportamentos sociais, formassem cidadãos conscientes na sociedade futura.

2.6 Comunicação

A minha postura com os alunos pautou-se pela exigência de disciplina, empenho, justiça, qualidade, respeito, responsabilidade, rigor e solidariedade.

Cada vez mais nos deparamos com a necessidade de comunicar mais e melhor. Esta imposição é feita quer pelo avanço tecnológico dos últimos tempos, quer pela necessidade de transmissão de informação de forma rápida e diversificada (Internet, Chats, Fóruns, Publicidade, etc...). Assim, torna-se cada vez mais fundamental para o professor, conseguir acompanhar esses avanços tecnológicos e orientar os seus alunos na pesquisa, recolha e tratamento de informação de forma criteriosa e essencial para a transformar em conhecimento mobilizável. Senti esta capacidade de orientação ser posta à prova diariamente pelas diversas questões colocadas pelos alunos em sala de aula sobre temáticas diversas que, por ainda não terem adquirido conhecimentos científicos necessários para as compreenderem, se tornam alvo de debate; ou simplesmente pela curiosidade que esse tema despertou aquando da sua pesquisa na Internet, da visualização de documentários e de notícias televisivas. Consciente de que todos estes fatores dependem, sem dúvida, de uma boa capacidade de utilização da Língua Portuguesa como forma de expressão e interpretação, procurei em cada aula utilizar esta ferramenta para a obtenção de conclusões que levassem à aquisição e compreensão de conceitos.

Durante as aulas de Física e Química há momentos mais expositivos e outros em que é solicitada a opinião dos alunos sobre determinados assuntos, outros mais dedicados à resolução de problemas de aplicação de conceitos e a demonstrações experimentais e outros ainda dedicados à realização de trabalhos de laboratório ou ao desenvolvimento de projetos pelos próprios alunos.

Fomentei, por escrito ou oralmente, a expressão das ideias que os alunos foram criando sobre o que aprenderam, promovendo de imediato qualquer pequena correção linguística considerada necessária, de modo a deixar passar para o aluno a noção de necessidade de correção de linguagem, escrita e oral, para a compreensão dos conteúdos programáticos abordados.

Estando o processo de ensinar e aprender baseado na comunicação de ideias, as palavras e o que cada um entende como o seu significado têm uma importância primordial no sucesso escolar.

2.7 Planeamento

Procedi à elaboração das planificações a médio e a longo prazo para os diferentes níveis de ensino que leciono, tendo por base as indicações do Ministério da Educação, os conteúdos programáticos estipulados para cada nível de ensino, os tempos letivos necessários para o cumprimento dos mesmos, os recursos a utilizar e as medidas de avaliação.

No que diz respeito às aulas lecionadas (em cada ano de trabalho e turma que lecionei), cada plano de aula por mim elaborado, teve em conta os conteúdos abordados anteriormente e posteriormente, permitindo desta forma a consolidação de conceitos ou a abordagem de conceitos chave necessários para a plena aquisição de conteúdos a abordar posteriormente. Saliento ainda que em muitas aulas tive necessidade de adequar o plano de aula elaborado inicialmente uma vez que os alunos revelaram dificuldades na aquisição dos conteúdos a tratar nesse momento de aprendizagem. Outra situação que posso reportar, e que aconteceu com muita frequência, foi o facto de ter que rever conteúdos abordados em anos escolares anteriores como forma de introduzir e aprofundar novos conhecimentos.

Quanto à gestão do tempo de ensino, esta seguiu linhas orientadoras essenciais, tais como: evitar tempos mortos entre atividades; cumprimento de monitorização permanente da minha parte de qualquer atividade proposta; organização do espaço de sala de aula consoante a atividade a implementar; disposição ordenada dos recursos a serem utilizados e planeamento da informação a transmitir com recurso a esquemas ou diagramas.

Considero portanto que cada plano de aula deverá ser flexível sem nunca se desviar do propósito para o qual foi elaborado uma vez que ele depende das competências e capacidades que os alunos revelam quando incidem o seu estudo em certos conteúdos programáticos.

2.8 Procura de informação e atualização de conhecimentos

Como docente de Física e Química, deparo-me constantemente com a necessidade de transmitir conteúdos que requerem um elevado grau de abstração. Para isso, é fundamental, recorrer às novas tecnologias como forma de transmitir conhecimentos e efetivar a compreensão de conteúdos. Para tal recorro a simuladores informáticos, nomeadamente, o Modellus e animações em Flash; à exploração de PowerPoint; à utilização da Internet para pesquisa de informação e ao visionamento de demonstrações experimentais do Manual Interativo.

2.9 Avaliação

A avaliação é encarada como um meio para melhorar a aprendizagem dos alunos e não um fim em si mesmo. Como é um processo, não completamente objetivável, esforcei-me no sentido de aumentar a sua própria qualidade e de a colocar ao serviço da melhoria das aprendizagens dos alunos.

As tarefas propostas e as atividades realizadas durante o ensino-aprendizagem da disciplina que leciono permitem-me obter indicações abundantes, variadas e adequadas para avaliar a aprendizagem dos alunos. De modo a abarcar a diversidade de competências e contextos específicos, os instrumentos de avaliação por mim utilizados foram bastante diversificados. Quando menciono os instrumentos de avaliação, refiro-me nomeadamente a: Chamadas orais (permitiram num curto espaço de tempo perceber se os conteúdos da aula anterior foram apreendidos ou se houve dúvidas e dificuldades na sua aquisição); Resolução de exercícios do manual ou caderno de atividades (indicam a capacidade que o aluno tem para interpretar os enunciados e aplicar corretamente métodos de resolução);

- Atividades experimentais (indicam a capacidade de cumprir regras de segurança, o manuseamento correto de material de laboratório e a verificação dos conteúdos teóricos);
- Trabalhos de pesquisa (indicam a evolução de competências transversais);
- Testes escritos (avaliam diversos tipos de objetivos de carácter cognitivo);
- Fichas de diagnóstico (permitem identificar competências pré-adquiridas);
- Mapas conceptuais (auxiliam a identificação de conceitos-chave);
- Observação (descrição de comportamentos ou atitudes) e autoavaliação (proporcionar uma autorreflexão sobre o que aprendeu que possa ajudar a estruturar o próprio pensamento).

Todas as técnicas de recolha de informação foram implementadas tendo em conta as competências a avaliar e todos os critérios inerentes às mesmas foram analisados com os alunos, para que compreendessem o processo, se sentissem parte integrante deste e percebessem a sua finalidade. Após a recolha de dados de cada um dos indicadores foram comunicados aos alunos e à família, através de uma análise de resultados, os aspetos que foram conseguidos, os que tinham de ser aprofundados e os que tinham de ser corrigidos, não esquecendo ainda a valorização dos sucessos de cada aluno, confirmando as suas potencialidades.

2.10 Reflexão final

Desde que terminei o estágio pedagógico, evolui muito quer a nível científico quer a nível pedagógico.

Para acompanhar a evolução técnico-científica tenho procurado fazer formação adequada porque o ensino é um processo de construção que todos nós, docentes, temos obrigação de ir construindo ao longo da vida.

Ao longo dos anos de ensino, tenho refletido sobre a minha função como docente onde tenho discutido práticas letivas e tenho assistido a aulas de colegas de grupo. Estas partilhas são muito enriquecedoras, pois permitem definir novas estratégias para sala de aula ajudando, assim, a melhorar o desenvolvimento das competências dos alunos.

3 Uma breve síntese histórica sobre a eletricidade

3.1 A descoberta da eletricidade

A visão de um relâmpago deixava os nossos antepassados receosos, não podendo deixar de pensar que tal acontecimento tão tenebroso se devia a seres poderosos (deuses) que os castigavam por estes não terem seguido os seus desígnios. O acontecimento mais parecido com o relâmpago era a faísca que brotava do ferro em brasa quando era batido na bigorna dos ferreiros, o que os levava a pensar que haveria um deus com uma bigorna gigantesca que ao percutir o martelo nessa mesma bigorna originaria os relâmpagos (Carvalho, 2004).

A observação de propriedades de atração e repulsão de objetos como, por exemplo, objetos de âmbar remontam a tempos antigos. Durante a Antiguidade Clássica, o estudo da eletricidade nascera com a curiosidade do Homem, devido à simples observação de fenómenos e interrogação dos mesmos. Um dos primeiros registos de ocorrência da eletricidade foi no ano 900 a.C., e é atribuída a Magnus, um pastor de ovelhas grego que caminhava sobre um campo de pedras que atraíam o seu cajado; esta região chamava-se Magnésia. Posteriormente, cerca de 600 a.C., o filósofo grego Thales, natural de Mileto, observou um fenómeno curioso: ao esfregar um pedaço de âmbar com uma pele de gato, notou que o âmbar atraía objetos leves, como penas de aves e fragmentos de palha (Guedes, 2003).

O estudo dos fenómenos elétricos e magnéticos teve uma evolução muito lenta durante a Idade Média, tendo sido no domínio do magnetismo que se registaram alguns progressos, com base na observação.

3.2 Fluido elétrico

Só passados dois mil anos sobre os primeiros fenómenos observados no âmbar (eletricidade estática), é que os investigadores começaram a demonstrar interesse na tal matéria que quando friccionada exercia atração sobre os corpos leves (Carvalho, 2004). Surgiu então um conceito novo (fluido subtil) que permitiu a quantificação desta grandeza (eletricidade) imponderável.

As investigações mais completas sobre eletricidade, no século XVI, devem-se a William Gilbert (1544-1603), médico inglês e foram publicadas no seu livro *De magnete*. Gilbert experimentou vários materiais para ver se o mesmo facto, eletricidade estática, se observaria com outros e reconheceu que também se verificava o mesmo com resinas de origens diversas e também com o vidro, com o enxofre, etc. Todos estes materiais adquiriam a “virtude elétrica”, como então se dizia, quando friccionadas com um pano. E também verificou que a “virtude elétrica” estava presente não só a palha como também no papel, metais e madeira, desde que tudo estivesse reduzido a fragmentos muito pequenos com o objetivo de serem leves. Gilbert verificou ainda que havia substâncias que nunca se eletrizavam por mais que se friccionassem e que entre elas se contavam os metais. Pela primeira vez Gilbert usou o termo *vis eletrica* (força elétrica) e, a partir da palavra *eletron* (âmbar em Grego), designou por “elétricos” os corpos que se comportavam como o âmbar e por “eletricidade” a propriedade de um corpo ser “elétrico” (Hankins, 2002). Para Gilbert, os materiais que possuíam a “virtude elétrica” escondiam em si um fluido invisível, que se escavava de dentro dos mesmos quando os friccionávamos. Foi a partir desta ideia que surgiu o conceito de “fluido elétrico”.

A ideia da existência de dois tipos de eletricidade foi formulada em 1734 pelo físico francês Charles F. Dufay (1698-1739), um jovem oficial da infantaria, que afirmou haver duas eletricidades. A eletricidade vítrea, produzida através da fricção de uma substância vítrea, como o vidro e a eletricidade resinosa, produzida através de uma substância resinosa como o âmbar. Cada tipo de eletricidade repelia a eletricidade do mesmo tipo e, embora Dufay nunca mencionasse fluidos elétricos nesta descrição, ao assumir que cada fluido repelia o igual e era atraído pelo oposto, está implícita a teoria dos dois fluidos (Hankins, 2002).

3.3 Novos instrumentos elétricos

A descoberta de novos conceitos e teorias está interligada com a construção de novos instrumentos e o desenvolvimento da eletricidade espelha bem esta ideia. Robert Hooke (1635-1703) dedicou-se a investigar a eletricidade através da experiência, tendo inventado uma máquina geradora de eletricidade estática, que se revelou um instrumento de grande utilidade não para a investigação mas para o entretenimento. A máquina era composta por uma espécie de garrafa de vidro que girava em torno de um eixo e era friccionada pela mão do experimentador. Dessa fricção surgia uma luz que deixava toda a audiência perplexa, apontando esse fenômeno para algo sobrenatural.

O conhecimento da eletricidade continuou a evoluir e novos conceitos foram surgindo. Conceitos como condução e indução elétrica foram introduzidos na Física pelo inglês Stephen Gray (1666-1736). Nas suas experiências Gray utilizou o gerador de eletricidade estática para tentar demonstrar a condução elétrica e conseguiu. Gray conseguiu perceber que havia materiais que conduziam o “fluido elétrico” e outros não. Dividiu, então, os materiais em condutores e isoladores. Mas o grande problema de Gray era o de não conseguir armazenar a eletricidade.

3.4 Armazenamento do “fluido elétrico”

Um dos instrumentos mais importante para o estudo da eletricidade foi o condensador, o primeiro instrumento que provou ser capaz de armazenar energia elétrica e assim desenvolver novas experiências. As experiências que levaram à criação do condensador foram feitas na cidade de Leyden, na Holanda. Este condensador ficou conhecido por garrafa de Leyden.

Pieter van Musschenbroek (1692-1761) pensou que sendo a eletricidade um fluido, deveria conseguir armazenar-se numa garrafa à semelhança da água. Começou por encher uma jarra com água e ligar-lhe um condutor que, por sua vez estava ligado a um gerador de eletricidade estática. Depois, colocou a jarra sobre um isolador elétrico para que a eletricidade não “escapasse”. No entanto, por mais que tentasse nunca conseguiu que a eletricidade permanecesse dentro da jarra.

Um dia, por esquecimento, não colocou a jarra sobre o isolador e quando segurava a jarra com uma mão apanhou o fio metálico com a outra e depois de o ter afastado do condutor principal, acabou por receber um forte choque elétrico. Musschenbroek escreveu no seu diário:

“Gostaria de lhe falar de uma nova mas terrível experiência, que o aconselho a nunca tentar fazer. Nem eu próprio, que a executei e lhe sobrevivi pela graça de Deus, jamais a repetirei nem em troca de todo o reino da França.” (Hankins, 2002, p.67).

Após esta descoberta, iniciou-se um período em que se desenvolveu a experimentação de muitos dos fenómenos associados à eletricidade. Um dos primeiros físicos a dedicar-se a esta investigação foi o abade Nollet (1700-1770), que foi um grande impulsionador do estudo da eletricidade e era conhecido em todo o mundo não só pelas suas obras didáticas mas também pelas experiências espetaculares sobre eletricidade. Nollet submeteu-se à experiência da garrafa de Leyden e também recebeu alguns choques, mas foi mais além do que o seu inventor, pois afirmou que a condição necessária para que a experiência funcionasse era que o vaso estivesse bem seco por dentro e por fora, sendo essencial substituir a água do seu interior por lâminas de cobre ou estanho. O interesse despertado pela garrafa de Leyden foi muito grande para o abade. Depois de ter eletrificado 180 guardas para entretenimento do rei, Nollet provocou também um choque a 200 monges cartuxos no seu mosteiro (Hankins, 2002).

3.5 Contributos de Benjamin Franklin na história da eletricidade

Benjamin Franklin (1706-1790) viveu na era do iluminismo onde a racionalização dos fenómenos começava a sobrepor-se à sua origem divina. Para que surgisse uma explicação satisfatória sobre o funcionamento da garrafa de Leyden, foi necessário que Franklin se debruçasse sobre o problema. Vivendo na América, longe do ambiente académico europeu e sem grande formação científica, Franklin, após ter dedicado muito do seu tempo em experiências com a garrafa de Leyden, verificou que a quantidade de eletricidade que saía do condutor exterior era igual à absorvida pelo condutor interior, tendo concluído que o vidro da garrafa era completamente impermeável à eletricidade. Esta ideia surgiu em analogia a uma conta bancária. Se colocarmos dinheiro na conta teremos um saldo positivo e se o retirarmos teremos um saldo negativo. Para Franklin, existia uma determinada quantidade de “fluido elétrico” nos sistemas que, em certas

circunstâncias, se movia de um lado para outro e que este fluido podia ser positivo ou negativo (assim como o fluxo de dinheiro numa conta bancária).

Através das suas observações e ideias, Franklin pensou que a natureza de um relâmpago seria igual à dos raios produzidos em laboratório. Para provar isso, foram feitas duas experiências como forma de captar a eletricidade de um relâmpago e provar a sua origem. Em maio de 1752, cientistas franceses realizaram a primeira experiência (elaboraram o primeiro para-raios) de forma a poder verificar-se a natureza dos relâmpagos. A ideia seria “aprisionar” o raio numa garrafa que se encontrava numa extremidade de um condutor. Num dia de tempestade, um relâmpago percorreu o condutor e, quando um dos cientistas aproximou o dedo do gargalo da garrafa, “saiu” uma faísca que lhe queimou a mão. A outra experiência, realizada em Filadelfia, tinha o mesmo objetivo da primeira. Desta vez foi utilizado um papagaio, que através de uma ponta metálica na sua superfície, “apanharia” o relâmpago.

O papagaio de Franklin tinha um arame aguçado atado à estrutura para atrair o raio e o fio do papagaio conduziria o relâmpago para uma chave, que estava envolta por uma fita de seda. O fio do papagaio era feito de cânhamo, um material isolador.

A experiência foi efetuada em junho de 1752, onde Franklin observou que os pelos da corda que segurava o papagaio se eriçavam da mesma forma como se eriçavam nas suas experiências em laboratório. Os resultados obtidos nas duas experiências foram concludentes, o relâmpago era de origem elétrica.

As figuras seguintes ilustram alguns instrumentos que Franklin usou para o estudo da eletricidade.



Figura 3-1 – Papagaio de Benjamin Franklin. Wikipédia, 2016.

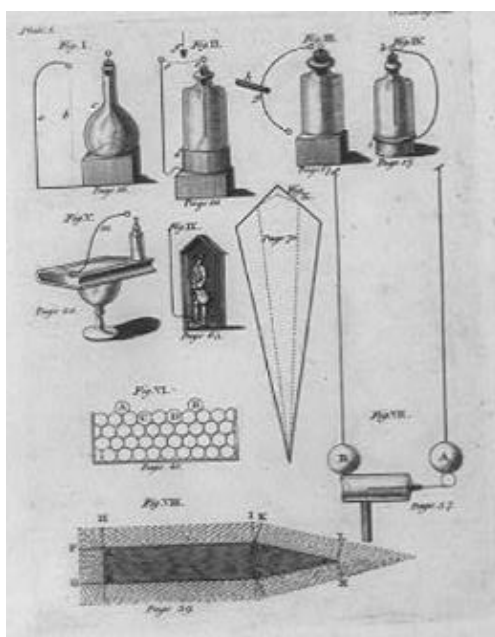


Figura 3-2 – Diagramas de vários fenômenos elétricos em experiências e observações em eletricidade. Disponível em: <http://www.benjamin-franklin-history.org/experiments-with-electricity>, 2016.

3.6 A eletricidade no fim do século XVIII

Alessandro Volta (1745-1827) foi um físico italiano que muito contribuiu para o conhecimento sobre eletricidade que hoje existe. Ainda como estudante, mostrou um grande interesse pela ciência, em particular pela eletricidade. Naquela época o fenômeno

da eletricidade era familiar mas não se conhecia as suas origens. Volta utilizou o eletróforo, uma das mais simples máquinas de indução eletrostática, pois apercebeu-se que este condensador parecia fornecer uma fonte inesgotável de eletricidade.

Em 1791, Luigi Galvani (1737-1798) fez com pernas de rãs para tentar perceber o que era a eletricidade. Nas suas experiências, Galvani, fez uma surpreendente observação. Quando a lâmina do seu escalpelo tocava no nervo crural da perna da rã, os músculos contraíam. Galvani acreditava ter provado a existência de eletricidade animal pois, para Galvani, existia um fluido de “eletricidade animal” que fluía do cérebro até aos músculos, sendo esse fluido uma propriedade de todos os seres vivos e que permanecia mesmo depois da sua morte.

Volta ficou fascinado com os resultados de Galvani e repetiu as suas experiências. Mas, ao contrário de Galvani, Volta acreditava que o que fazia mover as pernas das rãs era a eletricidade que vinha da garrafa de Leyden, ou seja, não era uma característica do animal. Volta demonstrou que havendo um líquido condutor, por exemplo um ácido, seria apenas necessário dois metais diferentes para haver um efeito elétrico. Volta experimentou vários metais, observando as suas propriedades e usou a sua própria língua como instrumento de para detetar a corrente elétrica. Aos metais, Volta designou-os de condutores de primeira classe, e aos líquidos condutores nomeou-os condutores de segunda classe.

Em 1788, Volta sugeriu que a carga de uma garrafa de Leyden era provavelmente proporcional tanto à "tensão", intensidade da eletricidade, como à "capacidade" da garrafa. Tinha assim conseguido isolar os conceitos que se iriam revelar mais valiosos no estudo quantitativo da eletricidade (Hankins, 2002). Em 1800, Volta apresentou ao mundo uma invenção revolucionária: a pilha elétrica, o primeiro gerador de eletricidade, baseado na experiência das rãs de Galvani. A pilha de Volta foi um instrumento da maior importância para o estudo da eletricidade, abrindo caminho para um novo ramo do saber – o Eletromagnetismo, que iria proporcionar à humanidade uma nova forma de energia, a energia elétrica. (Hankins, 2002)

Charles Coulomb (1739-1805) estabeleceu experimentalmente a lei da força eletrostática, fazendo as suas medições da atração e da repulsão elétricas em 1785. A partir destes desenvolvimentos, o trabalho de Henry Cavendish (1731-1810), focou-se na distribuição de cargas elétricas nas superfícies de condutores e na tensão elétrica, tendo

sido também o responsável por afirmar que todos os pontos de uma superfície de um condutor tinham o mesmo potencial elétrico. A ele, se deve também a criação de uma técnica para medir a capacidade e a resistividade relativa dos condutores.

No final do século XVIII, a eletricidade percorreu novos caminhos, com a descoberta de novas teorias, quantificação das experiências e dispositivos científicos mais completos (Hankins, 2002).

3.7 O primeiro passo para a tecnologia moderna

Humphry Davy (1778-1829) era um cientista famoso mas também era um homem do espetáculo, os efeitos provocados pelas experiências elétricas interessava-o. Nas suas demonstrações de eletricidade, Davy tinha um espectador que estava mais interessado em perceber os fenómenos elétricos do que propriamente a sua espetacularidade. Esse espectador era Faraday (1791-1867) e tornou-se assistente de Davy, após este ter sofrido um acidente numa das suas experiências. Repetindo a experiência de Oersted, Davy colocou a hipótese de haver uma ligação entre o magnetismo e a eletricidade, mas foi Faraday que a conseguiu provar.

Faraday via na ligação entre eletricidade e o magnetismo (eletromagnetismo) um potencial de utilidade que até à data não tinha sido conseguido. Utilizando uma tina com mercúrio, um metal e um pedaço de cortiça, Faraday conseguiu converter energia elétrica num movimento contínuo. Surgia assim o primeiro motor elétrico. Os estudos sobre o magnetismo continuaram, no entanto, Faraday criou termos do magnetismo, como linhas de campo e campos de forças e conseguiu descobrir a unidade entre eletricidade, magnetismo e luz, mas, devido às suas limitações na área da matemática, Faraday não conseguiu avançar significativamente no plano teórico.

Foi James Clark Maxwell (1831-1879), um matemático brilhante, que deu aos campos de forças de Faraday, uma formulação matemática exata. Quando Maxwell traduziu as observações experimentais de Faraday sobre campos eletromagnéticos em equações, descobriu uma assimetria. Ao ajustar as equações para corrigir a assimetria, transformou o campo eletromagnético estático em ondas que se expandiam à velocidade da luz. Rapidamente se viu a potencialidade desta descoberta, estando aberta a porta às comunicações a longas distâncias.

3.8 A entrada da eletricidade na era moderna

Nikola Tesla (1856-1943) e Thomas Edison (1847-1931) foram dois dos cientistas que mais contribuíram para o conhecimento atual que possuímos sobre eletricidade. Foram dois inventores com visões contraditórias que travaram uma “guerra” para fornecer energia ao mundo. O sonho de Edison era o de criar uma fonte de energia segura e barata, que substituísse os candeeiros a gás, e que estes passassem a ser alimentados a eletricidade. Para isso, teve necessidade de criar um dispositivo que permitisse transmitir essa energia, surgindo, então, a lâmpada de filamento. Em outubro de 1879, Thomas Edison descobriu que o elemento químico que permitia que a lâmpada queimasse de forma estável, segura e permanente era o carbono. Os filamentos de carbono resolveram o problema, mas deixavam a parte interior das lâmpadas escurecidas. Mais tarde, Edison substituiu os filamentos de carbono por fios de tungstênio conseguindo, assim eliminar o problema do escurecimento das lâmpadas.

Edison criou a indústria elétrica, tendo como objetivo substituir a iluminação a gás por eletricidade. A estação de Pearl Street foi a primeira central elétrica do mundo e no espaço de dois anos, Edison construiu mais dezoito centrais. Cada central só conseguia fornecer eletricidade num raio de 800 metros. Este aspeto levantava um problema, uma vez que uma central elétrica só se tornava rentável em zonas de elevada densidade populacional.

Tesla vivia na “era” da corrente contínua, mas pretendia captar a corrente alternada dos geradores pois, para ele, esta seria uma forma mais eficiente de fornecer energia elétrica, no entanto, levou anos a desenvolver um motor de corrente alternada. Tesla acreditava que o seu modelo de corrente alternada tinha mais vantagens do que o modelo de corrente contínua de Edison, embora o sistema de alta voltagem parecesse mais perigoso. Na tentativa de captar fundos, Tesla conseguiu mostrar a um grupo de investidores a potencialidade da corrente alternada, acabando por arranjar quem investiu na sua ideia.

Por volta 1888, o sistema de Edison já não consegue responder à procura crescente de eletricidade, o que deu uma oportunidade a Tesla de apresentar a corrente alternada como uma alternativa viável à corrente contínua.

Um dos problemas de Tesla era aumentar a potência da corrente alternada, pois para Tesla o objetivo seria com poucas centrais de eletricidade, conseguir distribuir eletricidade a grandes distâncias, ao contrário do que o sistema de corrente contínua de Edison fazia. A partir de um trabalho com campos magnéticos rotacionais, Tesla desenvolveu um sistema de geração, transmissão e uso da energia elétrica proveniente de corrente alternada. Em 1888, Tesla inventa o primeiro motor de corrente alternada, conseguindo alimentar um motor quase sem fricção e podendo debitar essa energia de forma mais eficiente do que o de Edison. Os motores foram as peças essenciais para o sucesso da indústria da eletricidade. Com o sucesso desta invenção de Tesla, a corrente alternada não só acendia as luzes a grandes distâncias, como conseguia alimentar vários tipos de máquinas. Além de um grande inventor, Tesla era um humanista e sempre vislumbrou um mundo onde haveria energia abundante e gratuita para todos.

Um dos homens mais ricos dos Estados Unidos da América, Westinghouse, vê o motor de Tesla como um investimento bastante promissor, acabando por assinar um contrato que lhe permitia ter acesso às patentes de Tesla.

Para resolver o problema da perigosidade da alta tensão, Tesla analisou um novo dispositivo desenvolvido por engenheiros europeus chamado transformador. É então o transformador que torna a corrente alternada possível. Edison sente-se ameaçado pelos avanços de Tesla e enceta uma campanha negativa e difamatória sobre a corrente alternada onde, entre outras situações, mostrava animais de grande porte a ser serem eletrocutados. Harold P. Brown, que nessa época era financiado por Edison, em segredo, construiu a primeira cadeira elétrica para o estado de Nova Iorque, a fim de promover a ideia de que a corrente alternada era mais mortal que a contínua. Num revés para Edison, a companhia que ajudara a criar iria agora apostar na corrente alternada pois via uma maior probabilidade de obter lucro. Tesla acaba por ganhar a guerra das correntes quando o contrato de Niágara é atribuído a Westinghouse.

Foi difícil o caminho que teve de ser percorrido desde os primórdios, quando se vislumbrou o efeito da eletricidade estática até aos dias de hoje, onde o conhecimento do eletromagnetismo permitiu comunicar a longas distâncias possibilitando, assim, encurtar distâncias.

4 Aprendizagem em ciência

4.1 Uma visão no ensino das ciências

A aprendizagem é simultaneamente uma experiência individual e um fenómeno social que não se faz de forma passiva mas sim através da compreensão e da procura de sentido das “coisas”.

O Movimento das Conceções Alternativas questiona a aprendizagem por descoberta, deslocando o seu foco para um confronto de ideias com ideias, abandonando um empirismo ingénuo que faz da observação o ponto de partida para a construção de conceitos. A orientação construtivista, em rutura com uma visão aquisitiva do conhecimento, valoriza de forma quase total os conceitos e a sua aprendizagem. Este facto aumenta em muito a probabilidade de insucesso e consequente desmotivação, uma vez que se exige mais do aluno e daí a pouca aceitação por parte dos professores. (Martins, 2000).

A sobrevalorização dos conteúdos científicos, premissa desta corrente, para se atingirem metas educacionais e socialmente relevantes, opõe-se a uma outra, perspectiva do trabalho científico, mais pertinente do ponto de vista educacional, ligada aos interesses quotidianos e pessoais dos alunos. Ao valorizar-se os interesses dos alunos, está-se a criar um elo motivacional forte que irá motivá-los para a aprendizagem, passando a entender que os conteúdos são necessários para estruturarem o pensamento, com finalidades bem definidas e não apenas para se chegar a um resultado ou obter uma classificação. O papel do professor passa a ser o de mediador das discussões entre alunos, assumindo menor importância no processo curricular estruturado. Trata-se de transformar e mudar atitudes bem como processos metodológicos e organizativos de trabalho. Pouco a pouco, os alunos vão se envolvendo nesta metodologia onde não existem respostas prontas e sem conduções muito marcadas pela mão do professor, caminhando-se para soluções provisórias, como resposta a problemas reais e educacionalmente interessantes.

Então na perspectiva do trabalho científico, o trabalho experimental não deve ser apresentado como um meio para atingir um fim, mas como uma necessidade que o aluno sente para resolver uma questão levantada numa discussão entre os seus pares e o professor.

Deste modo, deve-se pensar no ensino das ciências mais direcionado para a pessoa, mais cultural e mais perto do homem de amanhã, num mundo tecnológico avançado que queremos alfabetizado cientificamente. (Martins, 2000)

4.2 A influência dos estudos sobre “alternative frameworks” no ensino das ciências

Os alunos têm persistentemente muitas concepções erradas acerca da natureza e do conceito de ciência. É tarefa do professor ajudá-los a ter uma compreensão mais correta destes tópicos. Contudo, isto muitas vezes requer que o professor tenha em conta algumas das suas próprias concepções erradas acerca da forma de como ensinar e por vezes os próprios conteúdos. Ao fazer isso, o ato de ensinar tornar-se mais eficaz. A lista que se segue acerca de concepções erradas no ensino da ciência foi desenvolvida por futuros professores, educadores e investigadores (Caldwell, R., Lindberg, 2016).

Concepções erradas e correção sobre se e porquê ensinar estes tópicos

Equívoco: A natureza e o processo da ciência não estão incluídos no currículo e não há tempo para abordá-los.

Correção: Em primeiro lugar é necessário perceber que os alunos *necessitam* de compreender a natureza e o processo da ciência, e que estes objetivos de aprendizagem são importantes por si só, não são anexos. Os alunos usam as suas concepções acerca da natureza e do processo da ciência (corretas ou não) para decidirem se aceitam as ideias científicas, se irão prosseguir os seus estudos em ciência e acerca de outros assuntos importantes, políticos, pessoais e sociais. Ensinar a natureza e o processo da ciência pode, e deve, ser totalmente integrado com o ensino de outros conteúdos de ciência. Os professores de ciências transmitem, às vezes de forma não consciente, mensagens acerca do que é a ciência, como funciona e qual a natureza do conhecimento científico. O segredo é aproveitar as oportunidades para reforçar estas mensagens, assegurar-se de que são

corretas, e torná-las explícitas para que os alunos façam ligações apropriadas entre aquilo que eles fazem nas aulas de ciências e a ciência real. Ensinar a natureza e o processo da ciência não tem, necessariamente, de ocupar muito tempo extra, mas pode ser contextualizado nos tópicos que já são ensinados.

Equívoco: Não é permitido ensinar a natureza e o processo da ciência porque estes tópicos não estão incluídos no programa.

Correção: Durante décadas, os padrões do ensino da ciência e os documentos de reforma deixaram claro que a instrução relativamente à natureza e ao processo da ciência é uma parte crucial do ensino da ciência a crianças e jovens.

Equívoco: Os momentos de avaliação só abordam conhecimentos de conteúdo científico, então não se justifica ensinar a natureza e o processo da ciência.

Correção: A natureza e o processo da ciência é conhecimento que pode ser ensinado e avaliado. De facto, conceitos relacionados com a natureza e o processo da ciência estão cada vez mais nos testes. Além disso, aquilo que ensinamos não deve ter como finalidade a avaliação por um teste escrito, devemos criar outros momentos de avaliação que vão de encontro às necessidades dos alunos.

Conceções erradas sobre a preparação para ensinar estes tópicos

Equívoco: O professor não pode ensinar a natureza e o processo da ciência se não souber tudo acerca destes tópicos.

Correção: A natureza e o processo da ciência são, definitivamente, tópicos complexos com *nuances* importantes, particularmente na forma como a linguagem é usada. Não saber tudo acerca de um tópico não é uma desculpa para o evitar completamente. É importante lembrar que tudo o que se faz como professor tem o potencial de transmitir mensagens acerca da natureza e do processo da ciência; então, abordar estes tópicos, mesmo em pequenos passos, pode, eventualmente, levar a um ensino muito mais sofisticado acerca disso, ao longo do tempo e com esforço deliberado. Isto é como qualquer outro conteúdo de ciência; enquanto uma pessoa ensina e estuda um tópico, ganha um conhecimento mais elaborado desses conceitos.

Equívoco: Os materiais do currículo fornecidos ao professor contêm informação suficiente acerca da natureza e do processo da ciência. Desta forma, os professores não

precisam de informação complementar, ou de ir para além do currículo padrão, para ensinar de modo exato estes tópicos.

Correção: Os manuais são conhecidos por deturparem a ciência de muitas maneiras, por exemplo, ao descrevê-la como um processo simples e linear, com conclusões tiradas de forma simples a partir dos dados, ao mostrarem os cientistas a trabalharem sozinhos em vez de em colaboração uns com os outros, e ao exagerarem nos casos em que o conhecimento evolui rapidamente, ou numa “grande” conclusão baseado nos resultados de uma única experiência. Devido a estas imprecisões, os professores não deverão basear-se somente nos materiais padrão fornecidos pelo currículo. Contudo, isto não significa que ensinar a natureza e o processo da ciência tem de ser difícil ou que requer materiais caros. A internet é uma ferramenta que, quando bem utilizada, fornece materiais muito uteis para o trabalho diário de um professor. Adicionalmente, táticas simples, como ajudar os alunos a comparar explicitamente a forma segundo a qual os seus manuais apresentam a ciência com o seu próprio entendimento de como a ciência realmente funciona, pode influenciar eficazmente os materiais problemáticos do currículo.

Conceções erradas acerca dos métodos de ensino e das abordagens

Equívoco: Os alunos aprenderão automaticamente a natureza e o processo da ciência fazendo atividades práticas ou investigações reais e inquéritos orientados.

Correção: Pesquisas mostram que os alunos não fazem conexões automáticas entre as atividades que eles realizam em ciências e aquilo que os cientistas fazem realmente. Além disso, os alunos irão usar os seus pré-conceitos errados para interpretar as atividades das aulas. Para que os alunos façam estas conexões corretamente, os professores têm de chamar-lhes a atenção explicitamente para estes aspetos da natureza e do processo da ciência que as suas atividades demonstram, tornando-os em objetivos cognitivos claros na aula e avaliando estes resultados juntamente com conteúdos básicos da ciência.

Equívoco: A natureza e o processo da ciência não podem ser ensinados a menos que o professor use um método de instrução baseado em experimentação.

Correção: A natureza da ciência pode ser ensinada de várias maneiras, incluindo: episódios históricos para melhorar a leitura do conteúdo, trabalhos de casa, discussões na aula, desenhos animados, análise de cadernos e publicações de cientistas, e claro,

inquéritos e atividades de laboratório. Qualquer que seja a natureza da aula, os professores devem chamar a atenção dos alunos para os aspetos da natureza e do processo da ciência que as suas atividades demonstram para que os alunos façam estas conexões.

Equívoco: A natureza e o processo da ciência têm de ser ensinados em aulas distintas daquelas em que se lecionam os conteúdos científicos.

Correção: Se está a ensinar um assunto de ciências, pode ensinar alguma coisa acerca da natureza e do processo da ciência, integrando isso no currículo. Isto permite aos alunos ver como essas ideias se aplicam à ciência real. O ensino eficiente da natureza e do processo da ciência pode também ocorrer em atividades e experiências que não estão interligadas com um conteúdo ou tópico específico, mas que pode estar relacionado com uma variedade de conteúdos e áreas.

Equívoco: A natureza e o processo da ciência podem ser ensinados numa única unidade, no início do ano letivo.

Correção: Os conceitos relacionados com a natureza e o processo da ciência precisam de ser introduzidos e revistos ao longo do ano letivo em contextos múltiplos (por exemplo, nas atividades de laboratório). Alguns destes conceitos são complexos e têm *nuances*, por isso os alunos precisam de muitas oportunidades para os trabalhar. Será muito mais difícil para os alunos compreenderem a natureza e o processo da ciência se estes conceitos permanecerem isolados dos conteúdos básicos da ciência.

Equívoco: A natureza e o processo da ciência têm de ser incorporados em todos os ensinamentos da ciência.

Correção: Os professores são profissionais que determinam quando vão ensinar o quê, baseados no contexto, nos conteúdos, nas necessidades dos alunos, etc. Dependendo destes fatores, os professores podem abordar conceitos diferentes, no que diz respeito à natureza e ao processo da ciência, em unidades ou aulas diferentes – e algumas aulas podem simplesmente não serem apropriadas para enfatizar estes conceitos. Para ser um professor eficiente da natureza e do processo da ciência, não é necessário enfatizar estes conceitos em todas as aulas. Em vez disso, o segredo é ensinar e rever estes conceitos em contextos múltiplos de forma apropriada a longo do ano.

Equívoco: Quando numa aula se aborda a natureza e o processo da ciência, todos os conceitos relacionados com estes tópicos devem ser abordados.

Correção: Assim como um professor de Física e Química não pode abordar, por exemplo, as três leis de Newton numa só aula, os conceitos relacionados com a natureza e o processo da ciência podem (e devem) ser distribuídos, de forma apropriada, por várias aulas. Por exemplo, uma aula pode não demonstrar como os cientistas são criativos quando analisam os dados, mas pode conseguir esclarecer muito bem a natureza experimental do conhecimento científico.

Equívoco: Não se pode avaliar o conhecimento que os alunos têm acerca da natureza e do processo da ciência pois todo esse conhecimento é subjetivo ou afetivo.

Correção: A aprendizagem que os alunos têm acerca da natureza e do processo da ciência pode e deve ser avaliado tal como qualquer outro objetivo de aprendizagem. As avaliações destes tópicos podem ter variadas formas – escolha múltipla, resposta curta, composição, portefólio, desempenho, etc.

Conceções erradas acerca das capacidades e das atitudes dos alunos

Equívoco: Os alunos não estão interessados na natureza e no processo da ciência.

Correção: Até as crianças muito pequenas gostam de aprender o que é a ciência e o que os cientistas fazem. Quando os alunos conseguem compreender os assuntos relacionados com a natureza da ciência, eles querem frequentemente saber mais acerca do tema. Se se sentir que os alunos não estão interessados em aprender acerca da natureza da ciência, deve-se enfatizar o lado humano da ciência – quem são realmente os cientistas. Muitas vezes a contextualização histórica e a humanização da ciência capta a atenção dos alunos, “abrindo” uma janela de oportunidade para a melhor compreensão dos assuntos relacionados com a natureza da ciência por parte dos alunos.

A investigação tem demonstrado que os alunos optam por desistir de se especializar em ciências porque eles veem a ciência desprovida de seres humanos.

Equívoco: Os alunos não são capazes de compreender realmente a natureza e o processo da ciência; os aspetos filosóficos são muito complexos para eles.

Correção: A investigação mostra que os alunos, desde o jardim-de-infância à universidade, conseguem aprender conceitos importantes relacionados com a natureza e o processo da ciência.

Equívoco: Ensinar acerca da natureza e do processo da ciência fará com que os alunos desvalorizem a ciência, uma vez que eles irão vê-la aberta à mudança e não completamente objetiva.

Correção: A ciência está aberta à mudança e não é completamente objetiva. Os alunos necessitam de compreender estes aspetos da natureza e do processo da ciência, assim como os aspetos da ciência que torna o conhecimento científico fidedigno. A sociedade e os meios de comunicação colocaram a ciência, desnecessariamente, numa posição em que o público em geral pensa que a ciência fornece a verdade absoluta e tem toda a autoridade ou, pelo contrário, pensa que a ciência opõe a opinião de um cientista a outro e que todos são igualmente peritos. Nenhum destes extremos está correto. Ajudar os alunos a evitarem estas visões extremas e a compreenderem o papel da ciência na sociedade é uma parte importante de um ensino de qualidade. Os professores podem encorajar uma visão adequada e com *nuances* ao abordarem variados aspetos da natureza e do processo da ciência (não só aqueles que levam à natureza experimental do conhecimento científico) e ao destacarem ligações entre tópicos, em vez de ensinarem só alguns aspetos isolados da natureza da ciência.

4.3 Conceções alternativas em eletricidade

Muitas provas têm sido apresentadas acerca da confusão generalizada existente entre jovens alunos, e até alunos mais velhos, sobre os fenómenos que ocorrem nos circuitos elétricos, até mesmo dos mais simples. Os alunos chegam às aulas de físico-química com ideias próprias sobre interpretações dos fenómenos que estão a estudar, mesmo quando a matéria ainda não foi lecionada. Essas ideias e interpretações são um resultado natural da observação dos fenómenos, da interação com outras pessoas e da informação veiculada pelos meios de comunicação social.

Para construir um entendimento sobre eletricidade, tem de se dominar conceitos elétricos básicos como: carga, corrente elétrica, energia, tensão de corrente (diferença de potencial), resistência elétrica e potência elétrica.

A primeira tarefa a ter em conta é a definição dos requisitos necessários para compreender um circuito elétrico completo. As lâmpadas de filamento que normalmente se usam para representar um circuito elétrico completo podem não ser a melhor opção,

uma vez que não têm dois terminais, o que leva os alunos a definirem a lâmpada como o acumulador de energia, ou seja, para onde a energia “vai”.

Outro problema, e provavelmente o mais difícil, é ajudar os alunos a distinguirem os conceitos de corrente elétrica e energia elétrica. Sem o domínio destes dois conceitos, o senso comum diz-lhes que a energia é consumida. Este facto está patente no facto dos alunos saberem que a energia chega às casas deles, onde o quadro elétrico faz a distribuição para os aparelhos elétricos que necessitam sendo estes o “fim” do caminho da energia.

Um dos problemas transversais a todos os países no que concerne ao ensino da eletricidade é a dificuldade em ligar os conteúdos adquiridos ao saber fazer (parte prática). A construção do conhecimento em Física pode sobrepor-se ao conhecimento prático e vice-versa e a ligação entre ambos muitas vezes mantém-se superficial (Jari, Meisalo, & Education, 2000).

No estudo de eletricidade existem conceitos abstratos como corrente elétrica, diferença de potencial, energia elétrica, corrente e eletricidade onde os alunos apresentam muita dificuldade em percebê-los e diferenciá-los e, devido à sua terminologia, encaram-nos como várias palavras que descrevem o mesmo conceito. Outro problema que vários estudos revelam é o facto de alguns pré-conceitos adquiridos que estão errados, tendem a ser dificilmente removidos, mesmo quando na aula se explica que o conceito está errado e se “mostra” o conceito correto (Driver, et al., 1985).

5 Como começar o estudo dos fenómenos elétricos

É necessário criar *empatia com os conceitos* que vamos aprender para que haja uma aprendizagem mais eficaz. A eletricidade estática é, provavelmente, o primeiro fenómeno eléctrico que os alunos tentam compreender; logo, será um bom ponto de partida para o início do estudo dos fenómenos eléctricos. Ao andar por cima de uma carpete num dia seco e depois de tocar num puxador metálico, pode ser que salte uma faísca entre os dedos e o puxador. Um pente ou uma régua de plástico depois de friccionadas num bocado de pano atraem pequenos bocados de papel. Este tipo de fenómenos (se possível experimentados pelo aluno) prendem a atenção pela sua espetacularidade, desenvolvendo a empatia necessária para a aprendizagem.

Na tentativa de ajudar os alunos a perceberem os fenómenos relacionados com os circuitos eléctricos, a forma de ensinar pode ter como base o uso extensivo de experiências realizadas pelos alunos. Não existe uma sequência universalmente aceite da forma como os conceitos de eletricidade devem ser ensinados para que os alunos consigam construir e compreender um circuito eléctrico.

Em muitos países, incluindo Portugal, o conceito de corrente eléctrica é o primeiro a ser introduzido, provavelmente pela sua relação direta com os materiais condutores e isoladores ou com a necessidade dos alunos compreenderem o que acontece num circuito eléctrico (em série e em paralelo). Noutros países, como os Estados Unidos, o conceito de energia eléctrica é introduzido antes do conceito de corrente eléctrica, uma vez que adotam o princípio de “começar do ponto em que as crianças estão e levá-los até onde nós queremos que eles cheguem” (Driver, et al., 1985, p.35).

O conceito de resistência é normalmente introduzido em conjunto com a corrente. A tensão, no entanto, é reconhecido pelos professores como um conceito de difícil entendimento por ser abstrato. Por isso não deveria ser introduzido no primeiro contacto com o estudo da eletricidade, mas deveria ser introduzido no ensino secundário onde os

alunos já têm um maior poder de abstração e uma maior capacidade relacionada com o cálculo que lhes permite perceber a Lei de Ohm e os cálculos associados à mesma.

Para explorar a temática dos circuitos elétricos, podemos pedir aos alunos para montar uma variedade de circuitos simples e encorajá-los a descrever as suas observações no que diz respeito ao fornecimento de energia elétrica às lâmpadas, que são os elementos principais do circuito elétrico. Desta forma, pode-se começar a formar uma ligação entre o termo “energia elétrica” e a ideia que os alunos têm acerca do que é “consumido” num circuito para ligar lâmpadas, motores, etc.

O conceito de energia é por si próprio difícil de definir, se o tomarmos como um todo. Mas o aspeto que os alunos acham mais difícil de compreender é a conservação da energia, e os professores tendem a desvalorizar esse facto dando um maior ênfase ao seu uso e à sua transformação (de uma forma para outra), aspetos esses que os alunos compreendem mais facilmente. A corrente elétrica pode ser introduzida mais tarde, e como uma entidade separada da energia elétrica, através do seu efeito magnético, por exemplo. Isto leva naturalmente à introdução do amperímetro e o seu uso para indicar a intensidade e a direção da corrente elétrica.

Na figura 1 estão representadas algumas tentativas da montagem de um circuito simples por parte de alunos (Driver, et al., 1985, p.35).

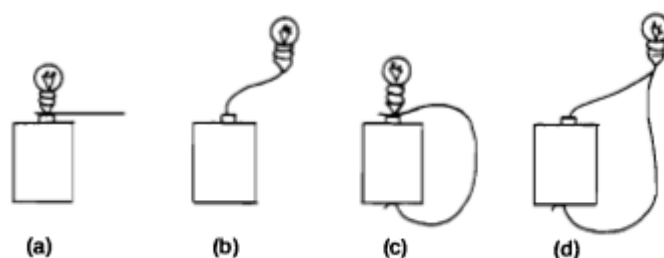


Figura 5-1 - Exemplos de circuitos onde a pilha é vista como fonte de corrente e a lâmpada como consumidora dessa mesma corrente

A ideia mais usual que os alunos fazem do circuito elétrico, é a da pilha como uma fonte de energia que descarrega essa energia para uma lâmpada que é um “sorvedor” dessa energia. A pilha é, então, vista como um dador de corrente e a lâmpada como o recetor. No entanto, há alunos que veem a lâmpada como uma agente ativo, tirando da pilha (agente passivo) aquilo de que necessita.

Um estudo alemão feito a alunos com idades compreendidas entre os 13 e os 15 anos, mostrou que cerca de 85% dos alunos concordavam com a afirmação seguinte:

“Qualquer bateria ou pilha nova tem uma certa quantidade de corrente eléctrica amontoada e que será consumida ao longo do tempo pelos recetores eléctricos” (Driver, et al.,1985, p.35).

5.1 Conceitos mais usuais envolvendo circuitos eléctricos simples

Algumas das dificuldades mais comuns, encontradas na revisão da literatura efetuada são indicadas a seguir (Driver, et al.,1985, p.36).

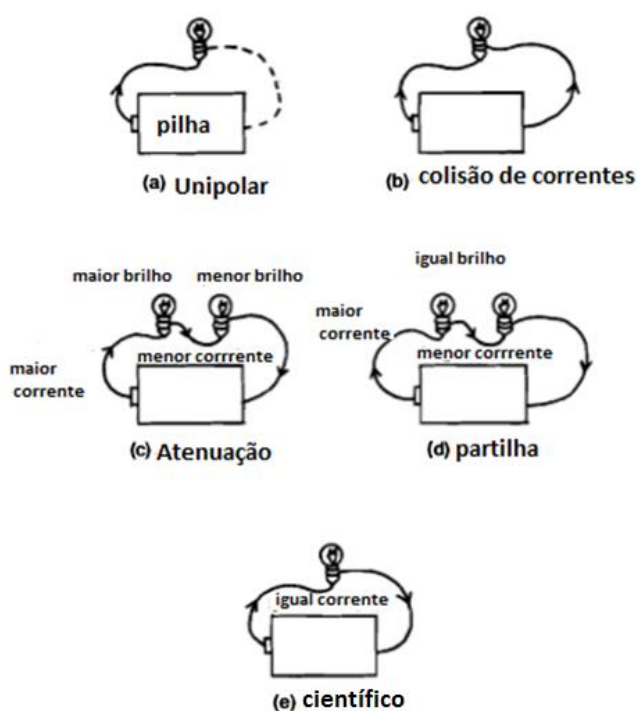


Figura 5-2 - Modelos de corrente eléctrica em circuitos simples

a - Modelo unipolar: a corrente percorre apenas um sentido, ou seja, apenas um terminal é considerado “ativo”. O fio condutor a tracejado representa a ideia de alguns alunos que pensam que apenas um fio será suficiente para que a lâmpada acenda, enquanto há outros que consideram o fio de retorno como um elo necessário.

b - Colisão de correntes: o segundo modelo é visto como a colisão de duas correntes que solta uma corrente eléctrica, simplificando o fenómeno para uma discussão

entre as forças. Ela representa uma clara tentativa de assimilar a necessidade para o segundo fio a um modelo de fonte para o consumidor.

c - Modelo de atenuação: A corrente percorre o circuito em apenas uma direção. Deixa a bateria num terminal e alguma corrente é "gasta" com a luz de modo a que menos retorna para a bateria. Quando a corrente passa através de um número de componentes idênticos em série, cada um receberá menos energia.

d - Modelo de partilha: No caso de um circuito em série constituído por um número de recetores elétricos idênticos, a corrente será igualmente partilhada entre eles. Lâmpadas elétricas idênticas associadas em série terão o mesmo brilho, mas a corrente elétrica não é conservada.

Além desses pontos de vista “fonte para o consumidor”, alguns alunos aceitem o modelo científico, na medida em que consideram a corrente como circulando numa direção no circuito e como sendo conservada.

Um problema comum na análise de um circuito elétrico é o facto de os alunos centrarem a sua atenção sobre um ponto do circuito ignorando o que acontece no resto do circuito. Um exemplo de raciocínio local é considerar uma bateria como uma fonte de corrente constante e não como uma fonte de tensão constante. A bateria, assim considerada, fornece uma corrente constante, independente do circuito a que está ligada.

5.2 Uso de analogias

O uso de analogias no ensino da eletricidade parece inevitável, mas as evidências apresentadas sugerem que os alunos nem sempre as compreendem.

Os alunos parecem fazer pouco uso das analogias no raciocínio sobre circuitos elétricos, sendo então o seu uso mais importante para os professores. O uso das analogias deve ser usado com cuidado, uma vez que os alunos muitas vezes interpretam-nas de uma forma literal.

No entanto, se os professores fizerem uso regular de uma grande variedade de analogias, existe uma maior probabilidade de os alunos separarem as características essenciais, que os professores lhes pretendem transmitir, das características irrelevantes, e por vezes auxiliares de situações problemáticas, de qualquer modelo concreto.

Através da análise de um circuito elétrico, podemos começar por explicar que os eletrões, portadores de carga, já se encontram no material condutor (fios de ligação), mas simplesmente não se deslocam como nós queremos, a menos que a pilha funcione.

Deve-se analisar todas as partes do circuito com atenção para que se perceba qual a função de cada componente e a sua influência sobre o circuito.

No quadro 1 estão representadas as dificuldades conceituais e concepções alternativas mais comuns encontradas na literatura sobre corrente contínua e circuitos elétricos simples.

Quadro 1 – Síntese das dificuldades conceituais e das concepções alternativas identificadas na literatura relativamente a circuitos simples de corrente contínua (Dorneles, Araujo, & Veit, 2006, p. 489).

| Conceitos | Dificuldades conceituais | Concepções alternativas dos alunos |
|------------------------|--|---|
| Corrente Elétrica | Compreender que a corrente elétrica num circuito não depende só das características da fonte, mas também da resistência equivalente do sistema ligado aos seus terminais. Considerar a conservação espacial da corrente elétrica. Dificuldades em reconhecer que a intensidade da corrente elétrica não depende da ordem em que se encontram os elementos no circuito nem do sentido da corrente. | 1-Tendem a ver a bateria como uma fonte de corrente constante. 2-Pensam que a corrente é consumida nas diferentes resistências do circuito. 3-Acreditam que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente elétrica são relevantes. 4-Consideram que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente elétrica no circuito. |
| Diferença de potencial | Dificuldade em distinguir os conceitos de diferença de potencial e de corrente elétrica. Dificuldade em distinguir os conceitos de diferença de potencial e de potencial elétrico. Dificuldade em reconhecer que uma bateria ideal mantém uma diferença de potencial constante entre os seus terminais. Dificuldade em calcular a diferença de potencial entre dois pontos de um do circuito. | 5-Entendem a diferença de potencial como uma propriedade da corrente elétrica. 6-Explicam frequentemente o funcionamento dos circuitos com base apenas na corrente elétrica, não sendo entendido como consequência da diferença de potencial. 7-Consideram que o valor das diferenças de potencial entre quaisquer dois pontos ao longo do circuito é o mesmo. |
| Resistência Elétrica | Distinguir resistência equivalente de uma parte do circuito e a resistência elétrica de um elemento individual. Perceber que a resistência equivalente é uma abstração útil para obter a corrente total ou a diferença de potencial em uma parte do circuito. Compreender que a divisão da corrente elétrica num ponto de junção do circuito depende da configuração do circuito. Identificar associações em série e em paralelo, e distinguir as suas consequências no circuito. | 8-Consideram que a corrente se divide igualmente num nó pelos diferentes ramos, independentemente do valor das resistências que se encontram em cada ramo. 9-Pensam que resistências alinhadas estão associadas em série quer haja um nó ou não entre elas e que resistências colocadas geometricamente em paralelo estão associadas em paralelo mesmo que haja uma bateria num dos ramos. |

A persistência das dificuldades e concepções alternativas são indicadores de que o professor deve valorizar o pluralismo metodológico, diferenciando métodos e estratégias de ensino de modo a tornar as aprendizagens significativas e procurando aproximar os modelos conceituais dos alunos aos modelos conceituais usados pela comunidade científica.

Alguns autores consideram que as concepções alternativas não são eliminadas, permanecem na estrutura cognitiva do sujeito, o que está de acordo com a teoria da aprendizagem significativa.

O desenvolvimento conceitual ocorre em simultâneo com a aprendizagem significativa aumentando assim a diferenciação entre significados (Moreira & Greca, 2003). No entanto, os significados anteriormente estabelecidos não são substituídos ou eliminados: estes podem ser cada vez menos utilizados, mas continuam, todavia, presentes na concepção que evolui, ficando mais rica. De acordo com esta visão, pode dizer-se que as pessoas que possuem uma educação científica são aquelas que possuem e partilham significados cientificamente aceites e, conscientemente, os distinguem dos que não são aceites no contexto da ciência.

6 Atividades práticas específicas para ajudar na resolução de *equívocos* (“misconceptions”)

“Muitos erros, de uma verdade, consistem apenas na aplicação dos nomes errados das coisas”. *Baruch von Espinoza*

Na minha experiência, como professor, no ensino da eletricidade, observo a dificuldade que os alunos têm em distinguir os diferentes conceitos. Um exemplo é o nome da grandeza corrente elétrica (I) ser igual à definição do conceito. É importante o professor se certificar que os conceitos são bem apreendidos e que os alunos os conseguem distinguir.

A física, da qual os circuitos elétricos fazem parte, trata do estudo da energia e da matéria e da relação entre elas. Ao estudarmos a física, tal como em todos os domínios da ciência, descobrimos o modo de resolver determinados problemas e ainda a razão das coisas acontecerem como na realidade acontecem. Em muitos países existe a noção de que o ensino de física deve ser feito com recurso a atividades práticas, por forma a consolidar os conhecimentos adquiridos, pois alguns dos conceitos são muito abstratos, fazendo com que não sejam apreendidos de forma correta.

As atividades que se seguem são para serem realizadas no primeiro contacto que os alunos tenham com o estudo da eletricidade, para que o conhecimento deles não seja feito com base em conceitos errados.

Nota: Estas atividades são para orientação exclusiva do professor na condução das aulas. Não se destinam a ser impressas e disponibilizadas como guiões para leitura dos alunos durante as atividades.

Atividade 1: bateria como fonte de corrente constante

Misconception

“Tendem a ver a bateria como uma fonte de corrente constante.”

Material

- 2 Lâmpadas (com igual potência) com casquilho;
Fios condutores;
- 1 Interruptores;
Amperímetro;
- 1 Fonte de tensão 12V.

Procedimento

- Montar um circuito de forma a associar duas lâmpadas em série;
- Instalar o amperímetro no circuito;
- Regular o valor de tensão da fonte para os 12 V;
- Registrar o valor da corrente lida no amperímetro e observar o brilho das lâmpadas;
- Montar um novo circuito de forma a associar as lâmpadas em paralelo;
- Repetir o procedimento efetuado no circuito em série.

Nota

A concepção de que a bateria é uma fonte de corrente constante, é vista quando os alunos ignoram o papel da resistência equivalente sobre a corrente no circuito.

Atividade 2: consumo da corrente pelos recetores

Misconception

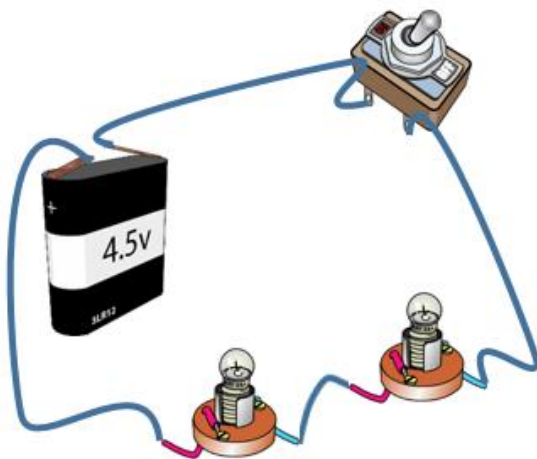
“Pensam que a corrente é consumida nas diferentes resistências do circuito.”

Material

- 2 Lâmpadas (com igual potência) com casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Interruptores;
- Amperímetros;
- 1 Pilha de 4,5 V.

Procedimento

- Montar um circuito de forma a associar duas lâmpadas em série;



- Colocar dois ou três amperímetros no circuito de modo a que um deles fique entre as duas lâmpadas;
- Registrar os valores da corrente lida nos amperímetros e observar o brilho das lâmpadas;
- Verificar se os resultados previstos coincidem com os esperados e tirar conclusões.

Nota

Devem ser colocadas questões pré-laboratoriais relacionadas com o brilho previsto para cada uma das lâmpadas e, também, o valor previsto em cada amperímetro.

Muitos alunos não compreendem que a corrente elétrica depende das características da fonte e da resistência equivalente acoplada entre os terminais da fonte e preveem, erradamente, que no circuito uma das lâmpadas brilha mais, ou seja, acreditam que a corrente elétrica é consumida no circuito.

Com esta atividade os alunos vão poder comprovar qualitativamente, através da observação do mesmo brilho nas lâmpadas, e quantitativamente, através dos valores lidos nos amperímetros, que a corrente não é consumida nas diferentes resistências do circuito.

Atividade 3: ordem dos recetores num circuito

Misconception

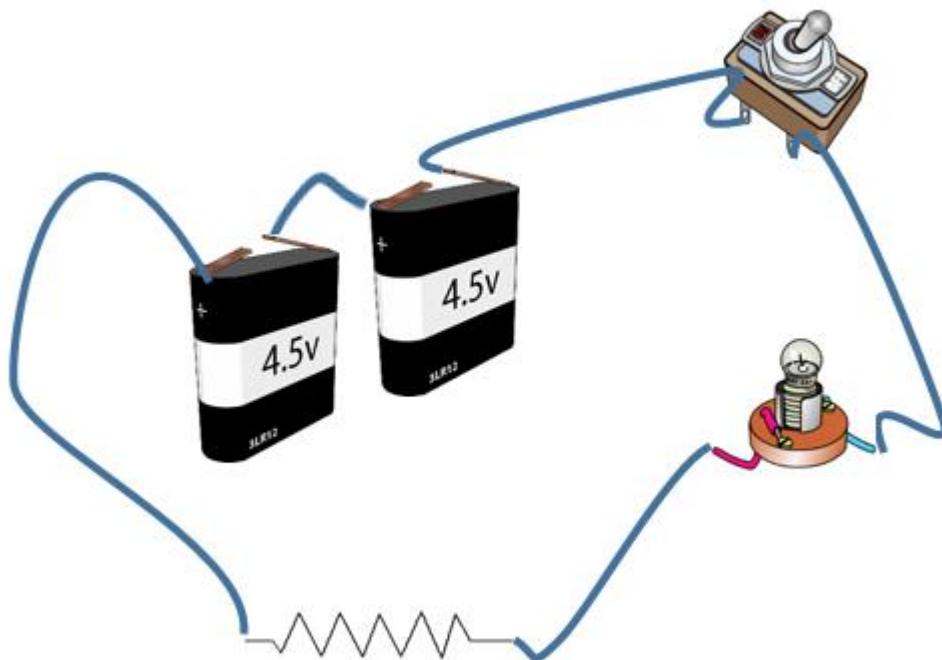
“Acreditam que a ordem dos elementos no circuito e o sentido da corrente elétrica são relevantes.”

Material:

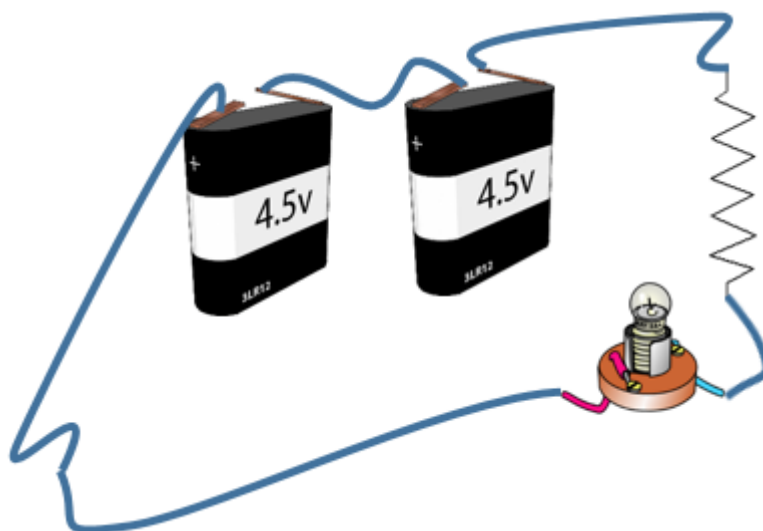
- 1 Lâmpada com casquilho;
- 1 Resistência;
- Fios condutores;
- 2 Pilhas.

Procedimento:

- Montar o seguinte circuito elétrico;



- Montar um novo circuito, alterando a ordem da resistência e da lâmpada;



- Comparar o brilho da lâmpada em cada uma das situações;
- Registrar as observações e retirar conclusões.

Nota

Nesta atividade pretende-se eliminar a ideia de que a corrente perde “força” ao passar na primeira resistência e depois na lâmpada, brilhando mais se os elétrons passarem primeiro na lâmpada e depois no resistor.

Consideram a bateria ideal como uma fonte de corrente constante, em vez de uma fonte de tensão constante.

Atividade 4: a fonte fornece os portadores de carga

Misconception:

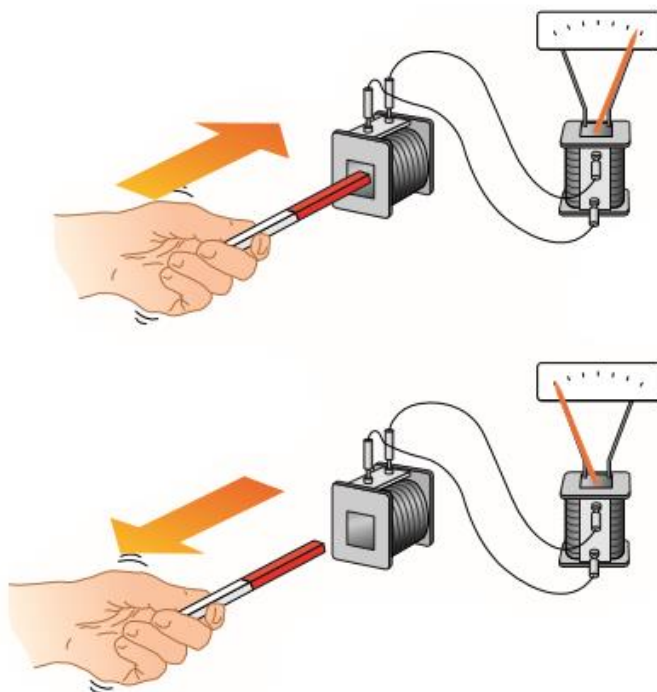
”Consideram que a fonte fornece os portadores de carga responsáveis pela corrente elétrica no circuito”

Material:

- 1 Bobina;
- 1 Íman;
- Fios condutores;
- 1 Amperímetro.

Procedimento:

- Montar o seguinte circuito elétrico;
- Deslocar o íman para trás e para a frente.



Nota

Embora a indução eletromagnética não seja introduzida nesta fase, o uso deste mecanismo permite observar uma corrente elétrica sem que haja contacto entre a fonte e o condutor.

Os geradores fornecem forças elétricas aos eletrões de um condutor, o que irá provocar o movimento dos eletrões preferencialmente na direção dessas forças. Uma ideia errada (muito comum) é pensar que os geradores fornecem esses eletrões.

A concepção de que a bateria é uma fonte de corrente constante, é vista quando os alunos ignoram o papel da resistência equivalente sobre a corrente no circuito.

Atividade 5: diferença de potencial vs. corrente elétrica

Misconception:

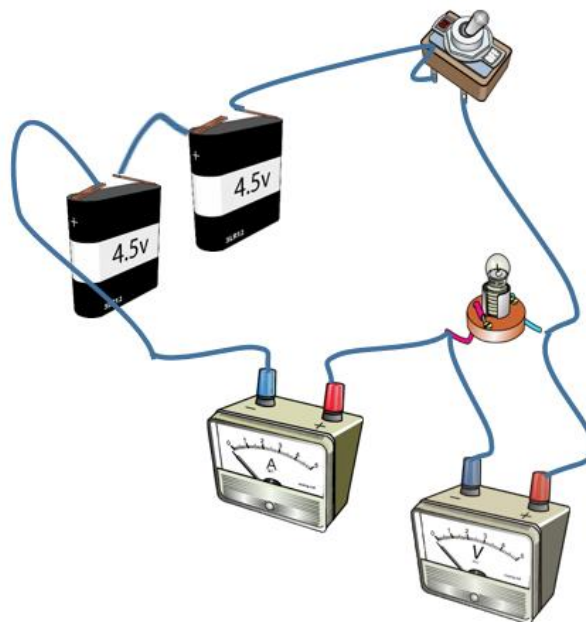
“Entendem a diferença de potencial como uma propriedade da corrente elétrica.”

Material:

- 1 Lâmpada com casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Interruptores;
- 1 Voltímetro;
- 1 Amperímetro;
- 2 Pilhas.

Procedimento:

- Montar um circuito elétrico, com na figura;



- Registrar os valores lidos no amperímetro e voltímetro;
- Retirar conclusões.

Nota

Compreender que, sendo a mesma lâmpada e a mesma fonte, se as grandezas diferença de potencial e corrente representassem o mesmo, então os valores dados pelos aparelhos deveriam ser os mesmos.

Atividade 6: fatores de que depende o funcionamento de um circuito elétrico.

Misconception:

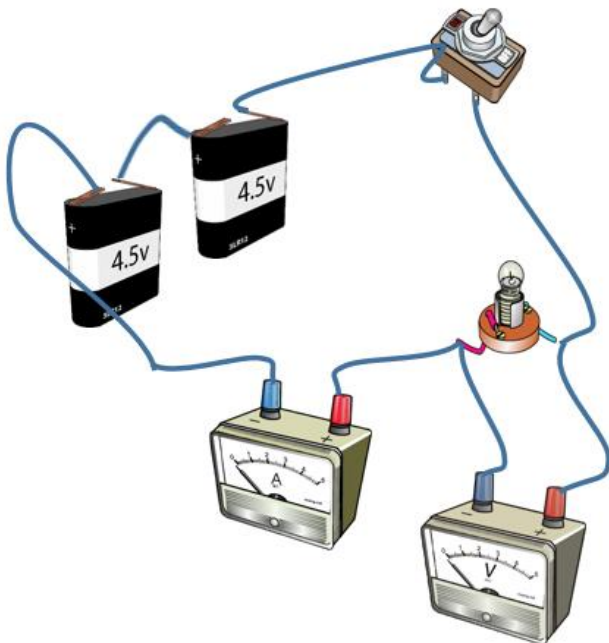
“Explicam frequentemente o funcionamento dos circuitos com base apenas na corrente elétrica, não sendo entendido como consequência da diferença de potencial.”

Material:

- 1 Lâmpada com casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Interruptor;
- 1 Voltímetro;
- 1 Amperímetro;
- 2 Pilhas.

Procedimento:

- Montar um circuito elétrico, como o da figura;



- Registrar os valores lidos no amperímetro e no voltímetro;
- Retirar conclusões.

Nota

Ao fazer variar a tensão é observado um brilho diferente na lâmpada. Os alunos verificam que ao aumentar a tensão da fonte, a tensão registada pelo voltímetro também aumenta, assim como aumenta a corrente que percorre esse mesmo circuito.

Atividade 7: a diferença de potencial mantém-se ao longo do circuito?

Misconception:

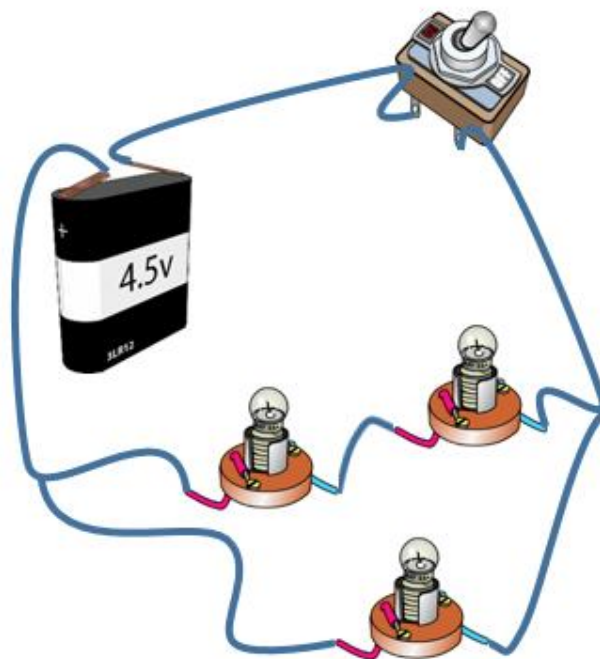
“Consideram que o valor das diferenças de potencial entre quaisquer dois pontos ao longo do circuito é o mesmo.”

Material:

- 3 Lâmpada com casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Interruptor;
- 1 Pilha.

Procedimento

- Montar um circuito elétrico, como na figura;



- Medir a diferença de potencial em cada uma das lâmpadas;
- Retirar conclusões.

Atividade 8: divisão da corrente

Misconception:

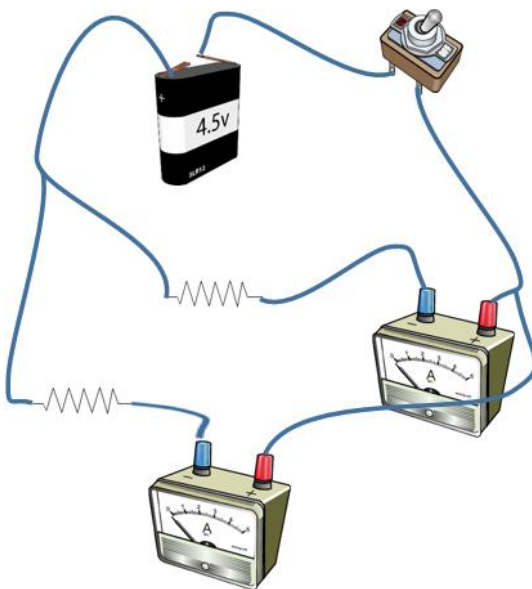
“Consideram que a corrente se divide igualmente num nó pelos diferentes ramos, independentemente do valor das resistências que se encontram em cada ramo.”

Material:

- 2 Resistências de diferente valor;
- Fios condutores;
- 1 Interruptor;
- 1 Pilha.

Procedimento:

- Montar um circuito elétrico, como na figura;



- Medir a corrente em cada uma das resistências colocados do circuito;
- Registrar as observações e retirar conclusões.

Atividade 9: forma dos circuitos

Misconception:

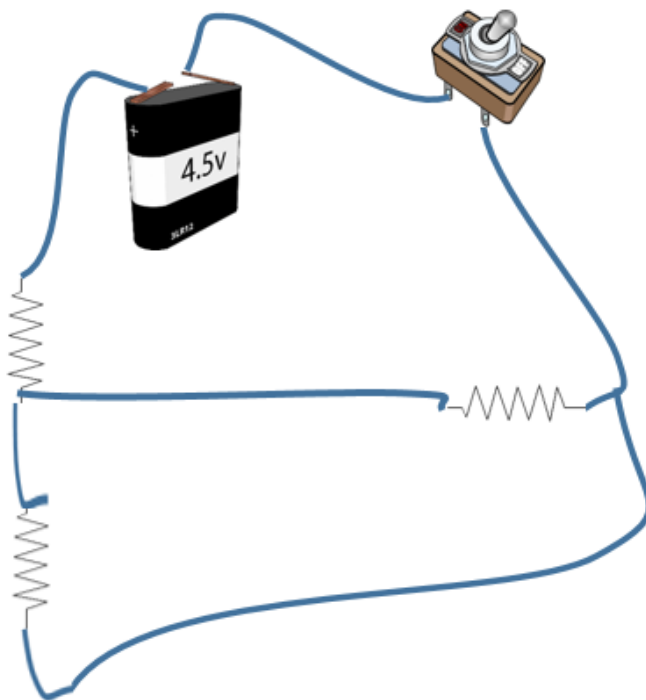
“Pensam que resistências alinhadas estão associadas em série quer haja um nó ou não entre elas e que resistências colocadas geometricamente em paralelo estão associadas em paralelo mesmo que haja uma bateria num dos ramos.”

Material:

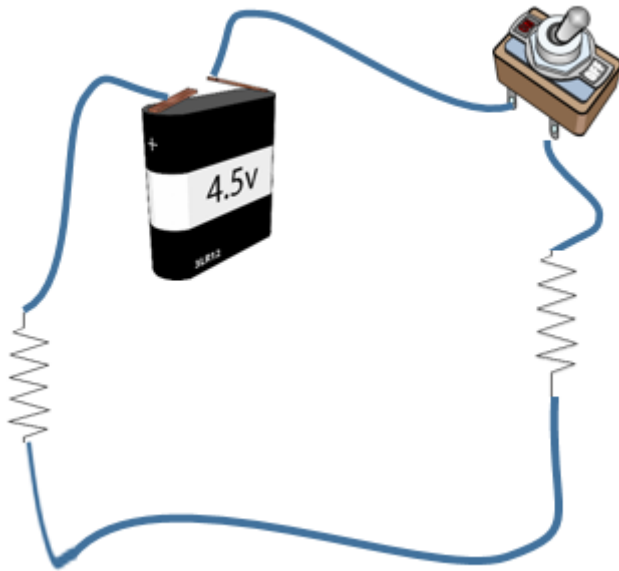
- 3 Resistências de igual valor;
- Fios condutores;
- 1 Interruptor;
- 1 Pilha.

Procedimento:

- Montar o circuito elétrico, como na figura;



- Medir a diferença de potencial nas diferentes resistências;
- Registrar as observações e retirar conclusões;
- Montar o circuito elétrico, como na figura;



- Medir a diferença de potencial nas diferentes resistências;
- Registrar as observações e retirar conclusões;

6.1 Atividades práticas em articulação com as metas curriculares.

6.2 Atividade prática n.º 1: eletricidade estática

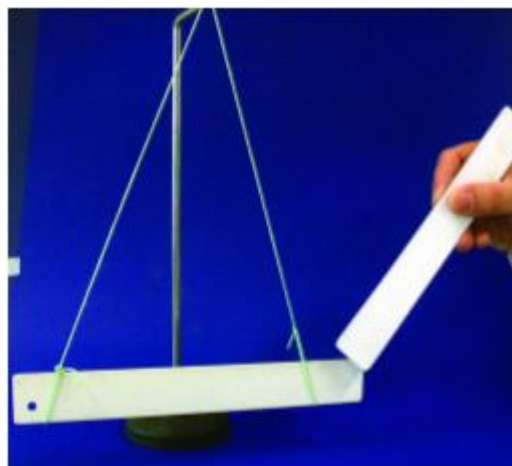
Parte A - Detetar cargas elétricas

Material:

- Barras de plástico ou canetas;
- Varetas de vidro;
- Cartão, discos e borracha;
- Fio de pesca para suspender os materiais.

Procedimento:

- Fazer uma montagem como a da figura ao lado;
- Coloca diversos objetos no suporte, após terem sido friccionados nos panos ou noutros objetos. Aproxima do objeto suspenso no suporte um outro corpo igualmente friccionado;
- Preencher a tabela.



| Corpo suspenso | Material do corpo que se aproxima do corpo suspenso | Tipo de interação |
|-------------------|---|-------------------|
| Régua de plástico | Régua de plástico | Repulsão |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Discutir:

1. Que tipos de interação se observam entre os diferentes objetos?
2. Todos os materiais podem ser eletrizados?

No fim desta atividade, os alunos deverão ter alcançado os seguintes descritores:

| | |
|-----|---|
| 1.1 | Dar exemplos do dia-a-dia que mostrem o uso da eletricidade e da energia elétrica |
|-----|---|

Parte B – Será possível atrair líquidos?

Material:

- Vareta de vidro;
- Torneira de água;
- Pano de lã.

Procedimento:

- Abrir a torneira de água, para que saia um fio de água fino;
- Aproximar a vareta de vidro do fio de água (sem tocar) e verificar o que acontece;
- Esfregar várias vezes a vareta de vidro num pano de lã;
- Aproximar novamente a vareta de vidro do fio de água (sem tocar) e verificar o que acontece.

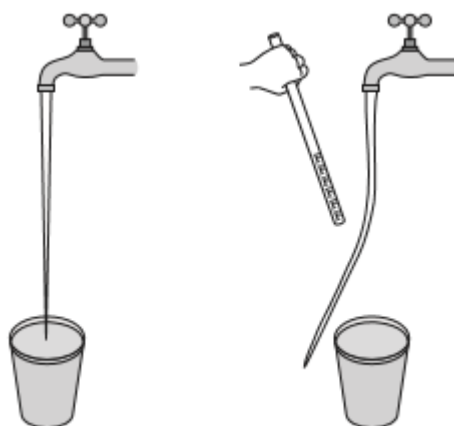
Discutir:

Porque será que a vareta de vidro atrai a água? Qual é a natureza da força em questão?

Observações:

Uma experiência análoga a esta foi feita em 1741 por Jean Théophile Desaguliers (1683-1744). Depois de ter aberto a torneira e eletrizado um tubo de vidro por fricção, o fio de água “dobrava” na proximidade do tubo eletrizado.

Este comportamento da água, verificado experimentalmente, é devido ao facto de a água ter uma grande mobilidade e de ser uma molécula polar, ou seja, tem uma



distribuição assimétrica de carga elétrica. Quando o tubo eletrizado se aproxima do fio de água, vai atrair as moléculas de água na sua direção.

No décimo ano de física e química, fala-se em polaridade de moléculas, o que pode ser aproveitado para explicar que sendo a água uma molécula polar, ela vai orientar-se de uma forma específica na presença de uma vareta carregada eletricamente.

6.3 Atividade Prática N.º 2: acender a lâmpada

Material:

- 1 Lâmpada sem casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Pilha.

Procedimento:

1. Intercalar os fios condutores com a lâmpada e a pilha de forma correta para que a lâmpada acenda.

Discutir:

Como foram efetuadas as ligações para que a lâmpada acendesse? Porque é que a lâmpada acende? Elabora um esboço da montagem experimental.

Observações:

Pretende-se com esta atividade que o aluno saiba diferenciar um circuito fechado de um aberto (descriptor 1.4). Propor aos alunos que acendam a lâmpada e deixar que eles façam as tentativas necessárias para atingirem esse fim.

É de esperar que os alunos façam várias tentativas até alcançarem o objetivo. Os alunos devem ser sempre encorajados a atingir esse fim sem ser dado nenhuma explicação para que eles construam o conhecimento por eles próprios.

Depois de conseguirem acender a lâmpada, pedir-lhes para elaborarem um esboço do mesmo. É importante que o professor confirme se o aluno percebeu que se não fechar o circuito a lâmpada não acende. Nesta etapa, não interessa que o aluno elabore um esquema com os símbolos dos circuitos elétricos, mas sim perceber que o circuito tem de

estar fechado para a lâmpada acender. Além disso, deverá chamar-se à atenção para o facto dos dois fios de ligação não podem estar ligados no mesmo sítio da lâmpada. Nesta etapa deve ser introduzido o conceito de corrente eléctrica.

6.4 Atividade Prática N.º 3: circuito eléctrico simples

Material:

- 2 Lâmpadas com casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Interruptor;
- 1 Pilha.

Procedimento:

1. Identificar a fonte, sistemas de ligação e o recetor de energia;
2. Montar um circuito eléctrico, para que o recetor funcione;
3. Abrir e fechar o interruptor;
4. Elaborar um esquema;
5. Registar as observações e retirar conclusões.

Discutir:

Para que serve o interruptor? O que é que o interruptor faz ao circuito para que ele acenda/apague as lâmpadas? Qual é a utilidade em fazer esquemas utilizando os símbolos dos componentes eléctricos e não apenas um desenho? Quando a lâmpada acende, o circuito está aberto ou fechado?

Observações:

No fim desta atividade, os alunos deverão ter alcançado os seguintes descritores:

| | |
|-----|--|
| 1.5 | Indicar o sentido convencional da corrente e o sentido dos eletrões de um circuito |
| 1.6 | Identificar componentes eléctricos num circuito ou num esquema pelos respetivos símbolos e esquematizar e montar um circuito eléctrico simples |

Deverão, também, ser capazes de identificar os componentes necessários para que um sistema elétrico funcione. Devem ser dados vários exemplos de fontes e recetores elétricos para que os alunos não fiquem com um conceito errado de que fontes são só as pilhas e recetores são só as lâmpadas. Também deve ser abordado a função do interruptor (fazendo um paralelismo com o que acontece em casa) e associar o “ligar” a luz ao fechar do interruptor e o “desligar” a luz ao abrir do interruptor.

Pedir aos alunos para fazerem um novo esquema com os símbolos.

Levar os alunos a concluir que o esquema com desenhos além de moroso é subjetivo e, sendo a ciência algo global, para podermos comunicar todos na mesma linguagem tem de haver símbolos reconhecidos mundialmente; logo, na representação de circuitos devem ser usados símbolos e não desenhos.

O currículo nacional de ciências do Reino Unido salienta a importância dos alunos aprenderem a utilizar a simbologia e não os desenhos, porque os engenheiros necessitam de reconhecer com precisão os componentes de um circuito elétrico, independentemente do país onde ele é desenhado. Deve fazer-se a transição entre o desenho e os símbolos nestas primeiras atividades práticas (Driver, et al., 1985).

De seguida, e usando a articulação curricular, pode ser pedido, em associação com o professor da disciplina de educação visual, para elaborarem desenhos dos diferentes componentes elétricos em forma de cartões individuais. O objetivo é que os alunos treinem a fazer circuitos, construindo a associação entre o desenho e o esquema de um circuito elétrico de uma forma rápida.

6.5 Atividade Prática N.º 4: condução elétrica

Bons e maus condutores

No fim desta atividade, os alunos deverão ter alcançado o seguinte descritor:

| | |
|------|--|
| 1.3. | Dar exemplos de bons e maus condutores (isoladores) elétricos. |
|------|--|

Material:

- 1 Lâmpadas com casquilho;
- Fios condutores;
- 1 Interruptor;
- Água;
- Tina de vidro;
- Sal de cozinha;
- Fio de cobre;
- Pregos;
- Barra de grafite;
- Barra de plástico;
- Borracha.

Procedimento:

1. Ligar os fios elétricos ao suporte da lâmpada;
2. Ligar os fios a uma pilha;
3. Intercalar, um a um, os materiais da lista;
4. Colocar água na tina e mergulhar nela os fios;
5. Adicionar, pouco a pouco, o sal de cozinha.

Discutir:

Que materiais sólidos permitem que a lâmpada acenda? Por que será que isso acontece? O que se observa para cada um dos materiais à medida que se adiciona o sal à tina com água?

Atividade Prática N.º 5: Montagem de circuitos elétricos em série e em paralelo

Utilização do voltímetro e do amperímetro

A seguinte atividade prática pretende que os alunos atinjam os descritores das seguintes metas curriculares:

| | |
|------|--|
| 1.7 | Definir tensão (ou diferença de potencial) entre dois pontos, exprimi-la em V (unidade SI), mV ou kV, e identificar o gerador como o componente elétrico que cria tensão num circuito; |
| 1.8 | Descrever a constituição do primeiro gerador eletroquímico: a pilha de Volta; |
| 1.9 | Indicar que a corrente elétrica num circuito exige uma tensão, que é fornecida por uma fonte de tensão (gerador); |
| 1.10 | Identificar o voltímetro como o aparelho que mede tensões, instalá-lo num circuito escolhendo escalas adequadas, e medir tensões; |
| 1.11 | Definir a grandeza corrente elétrica e exprimi-la em A (unidade SI), mA ou kA; |
| 1.12 | Identificar o amperímetro como o aparelho que mede a corrente elétrica, instalá-lo num circuito escolhendo escalas adequadas e medir correntes elétricas; |
| 1.13 | Representar e construir circuitos com associações de lâmpadas em série e paralelo, indicando como varia a tensão e a corrente elétrica. |

Material:

- 1 Pilha de 4,5 V;
- 1 Voltímetro analógico;
- 1 Amperímetro analógico;
- 1 Lâmpada nos respetivos suportes;
- 1 Campainha;

- 1 Motor;
- 2 Interruptores;
- Fios de ligação.

Procedimento:

Parte A – circuito em série (usar um só interruptor)

- 1- Montar um circuito com uma lâmpada, uma campainha e um motor em série;
- 2- Inserir o amperímetro em vários pontos do circuito e determinar a intensidade de corrente;
- 3- Medir a tensão em cada recetor, no conjunto dos recetores e na fonte;
- 4- Investigar e registar o que sucede se se desenroscar a lâmpada do respetivo suporte;
- 5- Fazer um esquema do circuito.

Parte B – circuito em paralelo

- 1- Montar um circuito com todos os recetores em paralelo (lâmpada, motor e uma campainha);
- 2- Inserir o amperímetro em vários pontos do circuito e determinar a intensidade de corrente;
- 3- Medir a tensão em cada recetor, no conjunto dos recetores e na fonte;
- 4- Investigar e registar o que sucede se se desenroscar a lâmpada do respetivo suporte;
- 5- Fazer um esquema de um circuito com a lâmpada no circuito principal e em paralelo com o motor e uma campainha, colocando um interruptor que controle todo o circuito e outro que só ligue/desligue o motor.

Discutir:

Que diferenças há entre os circuitos em série e em paralelo, quanto corrente e à diferença de potencial nos extremos de cada recetor de energia (motor, lâmpada e campainha). Analisar os aparelhos de medida (voltímetro e amperímetro), comparando as escalas (em que unidades se medem), indicando o alcance de cada aparelho, indicando o valor da menor divisão em cada escala de cada aparelho e a sua incerteza (nos aparelhos analógicos, corresponde a metade da menor divisão). Na parte A, o que acontece ao brilho das lâmpadas se montarmos um circuito, mas agora sem o motor?

Observações:

A análise de escalas dos aparelhos de medida é importante. A utilização de voltímetros e amperímetros analógicos nesta atividade prática permite mostrar a importância da análise de escala para se efetuar medidas precisas. Também permite perceber o conceito de alcance e incerteza de um aparelho de medida.

Verifica-se que os alunos sabem, na teoria, que a instalação do amperímetro tem de ser em série e o voltímetro em paralelo no circuito. Mas, quando confrontados com a realização da medição na parte experimental, têm frequentemente dificuldade, especialmente se o circuito elétrico tiver vários elementos. No sentido de ultrapassarem esta dificuldade os professores devem desempenhar o papel de orientadores para que os alunos façam a ponte entre o conhecimento teórico e conhecimento prático.

É importante a montagem de circuitos elétricos, em paralelo e em série, com motores elétricos para identificar características como potência elétrica e resistência elétrica, identificando o significado destas grandezas.

Pode observar-se que para um circuito com várias lâmpadas, com a mesma potência, ligadas em série, o brilho de cada uma é mais fraco do que quando se tem apenas uma lâmpada no circuito. Isto acontece porque a diferença de potencial da fonte é a mesma mas, a resistência elétrica total do circuito com duas ou mais lâmpadas em série é maior, originando uma menor intensidade de corrente.

6.6 Atividade prática n.º 6: resistência elétrica e lei de Ohm

O objetivo desta atividade é determinar a resistência de vários resistores pelo método direto e indireto de condutores ôhmicos. Com esta atividade prática, os alunos poderão atingir os seguintes descritores das metas curriculares:

| | |
|------|---|
| 1.15 | Definir resistência elétrica e exprimir valores de resistência em Ω (unidade SI), $m\Omega$ ou $k\Omega$; |
| 1.16 | Medir a resistência de um condutor: diretamente com um ohmímetro ou indiretamente com um voltímetro e um amperímetro; |
| 1.17 | Concluir que, para uma tensão constante, a corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência do condutor; |
| 1.18 | Enunciar a lei de Ohm e aplicá-la, identificando condutores ôhmicos e não ôhmicos; |
| 1.19 | Associar um reóstato a um componente elétrico com resistência variável. |

Parte A: Determinação do valor de resistência de alguns resistores pelo método indireto

Material:

- Gerador de tensão contínua;
- Resistências de diferentes valores;
- Multímetro (ohmímetro);
- Amperímetro;
- Voltímetro;
- Reóstato;
- Fonte de tensão;
- Fios de ligação.

Procedimento:

1. Construir uma tabela semelhante à seguinte:

| Resistência (componente) | Corrente elétrica (mA) | Tensão (V) | Resistência (Ω) |
|-----------------------------|---------------------------|------------|--------------------------|
| Resistência 1 | ... | ... | ... |

2. Identificar, pelo código das cores, os valores das diferentes resistências elétricas. Montar um circuito elétrico com a fonte de tensão (regulada para 9 V), interruptor, resistor (um de cada vez), amperímetro, voltímetro (respeitar as regras para a instalação destes aparelhos no circuito).
3. Fechar o circuito e registrar os valores obtidos na tabela (corrente elétrica e tensão);
4. Com o circuito aberto, aumentar a tensão da fonte para 9 V e repetir o procedimento 3;
5. Medir, diretamente com o ohmímetro, a resistência das diferentes resistências;
6. Fazer o traçado do gráfico da Tensão em função da intensidade de corrente.

Parte B – Verificar a funcionalidade de um reóstato

1. Atentar a figura n.º 5 e repetir a atividade realizada utilizando a fonte de tensão, regulada para 9 V, um resistor, um reóstato, um amperímetro e um voltímetro (respeitar as regras para a instalação destes aparelhos no circuito);
2. Fazer variar o comprimento da seção do reóstato que se deixa atravessar pelos elétrons e registrar os valores obtidos no amperímetro e no voltímetro.

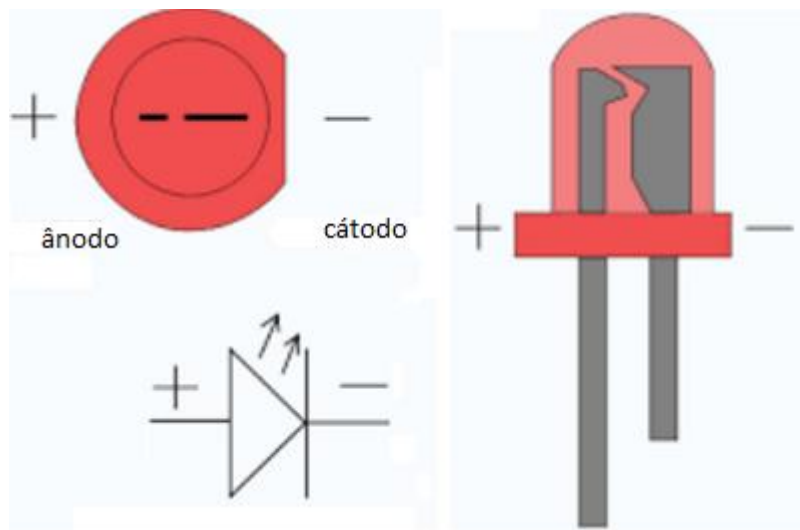
Parte C – Acender de um LED

Material necessário:

- 1 Pilha de 4,5 Volt;
- 1 LED;
- 1 Resistência de carvão de 150 ohm ;
- 1 Interruptor miniatura;
- 4 Condutores elétricos.

Procedimento:

1. Montar um circuito para que se consiga acender o LED. Se não acender, trocar as ligações nos 2 terminais (fios) do LED.



Discutir:

Verificar se o valor da resistência determinado corresponde ao valor retirado pelo código das cores (pelo método direto e indireto). Comparar a variação do valor da resistência elétrica com o comprimento da seção do reóstato que se deixa atravessar pelos elétrons. Identificar a função do reóstato e perceber o porquê do LED acender com as ligações efetuadas duma maneira e não acende com as ligações invertidas.

Observações:

Com esta atividade pode ser explorado o conceito de resistividade (conteúdo lecionado no decimo ano de escolaridade - “Resistência de condutores filiformes; resistividade e variação da resistividade com a temperatura”) dos materiais e a sua relação direta com a resistência. A resistividade dos materiais é uma propriedade característica, estando o seu valor tabelado. É com base nesses valores que se pode classificar os materiais em bons ou maus condutores e é possível determinar a respetiva resistência. É importante referir algumas aplicações no dia-a-dia dos materiais condutores. Pode-se referir que existem reóstatos nas lâmpadas que permite aumentar ou diminuir o brilho que imitem. Os díodos são exemplos de condutores não óhmicos. Deve ser referido que estes condutores não obedecem à Lei de Ohm, ou seja, a tensão já não é diretamente proporcional à corrente.

6.7 Atividade prática n.º 7: gerador eletroquímico

A próxima atividade prática tem por objetivo ajudar os alunos a atingirem os seguintes descritores das metas curriculares:

| | |
|------|--|
| 1.20 | Associar a corrente elétrica a um movimento orientado de partículas com carga elétrica (eletrões ou iões) através de um meio condutor. |
|------|--|

Material:

- Limões;
- Fios condutores;
- Placas de alumínio e cobre;
- 1 Lâmpada.

Procedimento:

1. Cortar um limão a meio.
2. Inserir a placa de alumínio e a placa de cobre nas extremidades do limão.
3. Ligar as placas e a lâmpada através do fio condutor.

Discutir:

Qual a razão para a lâmpada acender.

Observações:

Na definição de corrente elétrica (movimento orientado de partículas com carga elétrica (eletrões ou iões) através de um meio condutor) os alunos tendem a esquecer que corrente elétrica também pode ser movimento de iões, uma vez que em todos os circuitos elaborados faz-se sempre referência ao movimento de eletrões.

Um gerador eletroquímico pode ser constituído por uma solução contendo iões dissolvidos e duas placas metálicas de diferentes materiais (elétrodos), unidos por um fio condutor. Entre as placas existe uma diferença de potencial eléctrico que pode dar origem à passagem de corrente elétrica, caso se ligue um circuito exterior.

6.8 Atividade prática n.º 8: efeito magnético da corrente elétrica

Parte A – magnetismo temporário numa bússola

Material:

- Pilha de 4,5 V;
- Fio elétrico enrolado (solenóide);
- Bússola;
- Fios de ligação.

Procedimento:

1. Montar um circuito fechado que inclua a pilha, solenóide e fios de ligação;
2. Aproximar a bússola do solenóide com o interruptor aberto e observar;
3. De seguida, e com a bússola próxima do solenóide, fechar o interruptor e observar.

Parte B – Eletroímã

Material:

- Pilha de 4,5 V;
- Prego;
- Fita adesiva;
- Fios de cobre;
- 2 Clipes;
- Fios de ligação;
- Interruptor.

Procedimento:

1. Enrolar o fio de cobre em volta do prego e no final cortar o fio e finalizar com um nó;
2. Colocar fita adesiva em volta do prego para não permitir que o fio de cobre se solte;
3. Ligar os fios de ligação à pilha e ao interruptor e a cada extremidade do fio de cobre enrolado no prego;
4. Colocar os cliques próximos do prego, com o interruptor aberto e observar;

5. Fechar o interruptor e observar.

Discutir

Verificar o que se observa quando se coloca o eletroímã no circuito e se liga o interruptor.

Verificar se, quando se desliga o interruptor, o eletroímã continua a ter propriedades magnéticas?

Parte C – motor homopolar

Material:

- Pilha de 4,5 V;
- Fio elétrico enrolado (solenóide);
- Bússola;
- Fios de ligação.

Procedimento:

1 - Descarnar (retirar o plástico protetor) o fio de cobre e, depois, separar 5 fios. Com esses 5 fios formar um, enrolando-os muito bem. Fazer a seguinte armação com esse fio (para saber como fazer, ver o vídeo neste site: <http://www.cienciasnatureza.com/2013/11/experiencia-divertida-fazer-um-motor.html>);

2 - Colocar os ímãs na ponta negativa da pilha. Na outra ponta, colocar fita adesiva, de forma a fazer um pequeno muro circular à volta;

3 - Depois, colocar a armação com o bico na outra ponta, e ver o resultado.

Desafio:

Propor aos alunos para consultarem o seguinte site: <https://www.youtube.com/watch?v=Yx7txIP63Z0>, construção de motores homopolares e fazer um concurso para o melhor motor, definindo um critério que permita a sua seleção.

Observações:

Parte A

Todo o circuito no qual flui uma corrente elétrica gera à sua volta um campo magnético capaz de exercer uma força e mover um pequeno íman nas proximidades. As forças que atuam entre ímanes e fios elétricos podem tornar-se muito intensas, sendo por isso usadas nos motores elétricos.

Também o movimento de um íman nas proximidades de um circuito elétrico, ou o movimento de um circuito próximo de um íman, é capaz de fazer fluir uma pequena corrente no circuito sem necessidade de outro gerador.

Para contextualizar a aplicação prática da eletricidade e do magnetismo pode-se referir o exemplo dos comboios que utilizam a levitação magnética, que se tornam mais velozes do que os comboios tradicionais porque se deslocam sem tocar nas linhas. A potência dos seus eletroímãs é suficiente para os elevar, eliminando a maior parte do atrito.

Parte B

Pode ser dado como exemplo de um eletroíman os disjuntores. Um disjuntor consiste num eletroíman, que quanto maior for a corrente elétrica que nele circula, mais poderoso ele é. Os disjuntores são utilizados nos quadros elétricos e quando a corrente elétrica ultrapassa o valor segurança, a força magnética do eletroíman supera a força da mola do disjuntor e o circuito interrompe-se, impedindo a passagem de corrente elétrica. Os disjuntores vieram substituir os fusíveis, uma vez que quando o valor de energia que atravessava o fusível fosse elevado este fundia, o que obrigava a sua substituição. No caso do disjuntor, basta carregar no botão (fechando o circuito) e ele volta a funcionar.

Parte C

Nesta parte é mostrado o funcionamento básico de um motor. O motor homopolar funciona através de um campo magnético estático.

Este motor funciona sem a necessidade de um comutador, por rotação ao longo de um eixo fixo que é paralelo ao campo magnético produzido por um íman permanente. O nome homopolar indica que a polaridade elétrica do motor não muda, isto é, que não requer a comutação.

No fim da atividade, os alunos poderão questionar se este tipo de motor não provoca um curto-circuito na pilha levando à descarga rápida da mesma. Deve ser explicado que existe um pequeno curto-circuito e o fio começa a girar e esse curto-circuito deixa de existir e só de vez em quando é que o fio toca no polo negativo o que faz com que os curto-circuitos sejam de pequena duração não fazendo descarregar a pilha de forma muito rápida.

6.9 Atividade prática n.º 8: efeito químico

Material:

- Fonte de tensão;
- Fio elétricos com crocodilos;
- Gobelet de 500 mL;
- Solução aquosa de cloreto de cobre;
- 2 Eléttodos de grafite.

Procedimento:

1. Montar um circuito para que cada crocodilo faça a ligação entre um eléttodo e um terminal da fonte;
2. Mergulhar os dois eléttodos no gobelet que contém a solução de sulfato de cobre;
3. Regular a fonte de tensão para 9 V e ligar.

Discutir:

Registrar o que acontece aos eléttodos passados cinco minutos. De seguida, retirar o eléttodo negativo da solução e registrar a cor, procurando dar uma explicação para o seu aparecimento. O que se pode concluir quanto aos iões cobre e cloreto presentes na solução.

Observações:

Os iões irão deslocar-se na solução consoante a sua carga elétrica, ou seja, o cobre, como ião positivo, vai deslocar-se para o eléttodo negativo, acumulando-se neste, e o cloreto (anião) desloca-se para o eléttodo positivo acumulando-se no mesmo.

6.10 Atividade prática n.º 9: características de uma pilha.

Material:

- Pilha de 4,5 V;
- Fios de ligação com fio crocodilo;
- Interruptor;
- Motor;
- Amperímetro;
- Voltímetro;
- Reóstato.

Procedimento:

1. Montar o circuito elétrico conforme o esquema;
2. Deslocar o seletor do reóstato para a posição de maior resistência;
3. Fechar o circuito elétrico;
4. Registrar a intensidade de corrente;
5. Registrar a diferença de potencial elétrico;
6. Diminuir sucessivamente a resistência no reóstato e determinar os respectivos pares de valores – (corrente e diferença de potencial). Manter o circuito ligado somente enquanto se fazem as leituras nos aparelhos de medida.
7. Registrar os valores no quadro.

| Grandeza | Ensaio | | | | | | |
|---------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1.º | 2.º | 3.º | 4.º | 5.º | 6.º | 7.º |
| I/mA | | | | | | | |
| U/V | | | | | | | |

Discutir

Construir o gráfico de diferença de potencial em função da corrente utilizando a calculadora gráfica. Através do gráfico como podemos calcular o valor da força eletromotriz do motor? E a resistência do mesmo?

Observações:

A força eletromotriz de um motor é a energia por unidade de carga que o motor transfere do circuito para o exterior como energia mecânica. A relação entre U e I é designada curva característica de uma pilha. Para obter a curva característica é necessário variar a corrente elétrica que atravessa o circuito e isso consegue-se utilizando um recetor cuja resistência elétrica varia. À medida que a corrente aumenta no circuito, aumenta a d.d.p. nos extremos do motor.

A curva característica da pilha é do tipo linear: $y = a x + b$. O declive, a , da reta representa a resistência interna da pilha (R_i) e a ordenada na origem a força eletromotriz da pilha.

Ao variar o valor da resistência elétrica, do recetor, R , esse valor pode aproximar-se do valor da resistência interna da pilha (R_i), que se desconhece à partida. Se tal acontecer, a potência dissipada por efeito de Joule atinge o máximo. Neste caso, a potência dissipada é, aproximadamente, igual à potência elétrica fornecida pela pilha a esse recetor.

A pilha é um gerador elétrico de corrente contínua. É um dispositivo que, devido a reações químicas (oxidação – redução) que ocorrem no seu interior, gera uma circulação de cargas entre os polos positivos e negativos, quando estes são ligados através de um circuito externo (um motor, por exemplo).

As reações químicas só ocorrem quando esta ligação é estabelecida e dão origem a uma força eletromotriz que é uma característica da pilha. A força eletromotriz pode ser determinada experimentalmente ligando um voltímetro aos terminais da pilha. Essa diferença de potencial é aproximadamente igual ao valor da força eletromotriz.

Quando medimos a diferença de potencial nos terminais de uma pilha (nova), este é sempre menor do que a diferença de potencial inscrita na pilha. Isto acontece porque a corrente elétrica que se estabelece no circuito sofre uma resistência ao atravessar o reóstato quer a própria pilha.

As características da pilha são, portanto, a sua força eletromotriz e a sua resistência elétrica interna. Com o tempo, a força eletromotriz da pilha diminui e a resistência aumenta o que faz com que a pilha deixe de conseguir “alimentar” o circuito.

Com esta atividade prática, aborda-se os seguintes conteúdos referentes ao 10.º ano:

- Efeito Joule;
- Geradores de corrente contínua: força eletromotriz e resistência interna;
- Curva característica;
- Associações em série e em paralelo: diferença de potencial elétrico e corrente elétrica;
- Conservação da energia em circuitos elétricos; potência elétrica.

6.12 Conclusão

Na profissão de docente é “obrigatório” ter uma formação técnico-científica contínua de forma a se conseguir enquadrar todos os conhecimentos teóricos com a tecnologia que vai surgindo. O ensino é um processo de construção que deve ser construído durante toda a vida.

A motivação dos alunos é e sempre foi uma das minhas principais preocupações, uma vez que um aluno desmotivado não tem predisposição para a aprendizagem e isso frustra o trabalho de qualquer docente.

Sendo a disciplina de Física e Química uma disciplina de carácter experimental (logo com um grande potencial de ser motivadora) aproveito, para tentar minimizar a desmotivação, desenvolver trabalho prático, porque sinto que uma atividade bem planeada e executada deixa “marcas” positivas nos alunos. A alusão às atividades práticas e a sua relação com os conhecimentos teóricos trazem, normalmente, uma melhor apreensão dos conhecimentos.

O diálogo com os colegas de grupo, também é bastante positivo quer no esclarecimento de conteúdos científicos, quer em arranjar estratégias para problemas concretos que vão aparecendo nas aulas.

Procuro também, criar um clima de responsabilidade, de respeito mútuo e de entreajuda dentro e fora da sala de aula, formar alunos responsáveis e autónomos e combater a indisciplina. Tento ligar os seus interesses tecnológicos com os conteúdos abordados nas aulas de forma a captar a atenção deles e promover uma aprendizagem saudável.

A escolha do tema deste estudo teve a ver com a utilidade que reconheço entre a parte prática e os conteúdos teóricos. No estudo que efetuei consegui encontrar atividades práticas para esclarecer as *misconception* mais comuns entre os alunos. Verifiquei, também, que sendo os conceitos relacionados com a eletricidade algo abstratos, a dificuldade evidenciada pelos alunos é enorme levando-os a desmotivarem e a não quererem aprender.

Analisei várias atividades práticas, disponíveis em manuais escolares, propostas para o nono e décimos anos de escolaridade e criei um conjunto de atividades que

simultaneamente cumpram as metas curriculares e tentem eliminar as *concepções alternativas*.

O meu trabalho também faz uma abordagem à evolução do conhecimento da eletricidade, parte que me deu muita satisfação a fazer e onde posso mostrar aos alunos que o conhecimento não apreço do nada, mas sim de muito trabalho (principalmente experimental) que certamente os motivará para o estudo da eletricidade como me motivou.

Referências

- Bodanis, D. (2005). *O universo elétrico*. Lisboa: Gradiva
- Braguez, F., Ventura, G., Nogueira, R., & Rodrigues, S. (2013). *Metas Curriculares do 3o Ciclo do Ensino Básico de Ciências Físico-Químicas*. Disponível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_cfq_metas_curriculares_3c_0.pdf
- Caldwell, R., Lindberg, D. (2016). *Misconceptions about teaching the nature and process of science*. Disponível em: <http://undsci.berkeley.edu/teaching/misconceptions2.php>
- Carvalho, P.S.; Sousa, A.S.; Paiva, J.; Ferreira, A. J. (2013). *Ensino Experimental das Ciências* (2.^a ed). Porto: U. Porto Editorial
- Carvalho, R. de. (2004). *Cadernos de Iniciação Científica*. Lisboa: Relógio D'Água
- Cavaleiro, M. Neli G. C.; Beleza, M. D. (2015). *FQ9*. Lisboa: Asa
- Cachapuz, A., Paixão, F., Martins, I., Praia, J. (2000). *Uma visão sobre o Ensino das Ciências no Pós-Mudança Conceptual*. Lisboa: Ministério da Educação
- Dorneles, P. F. T., Araujo, I. S., & Veit, E. A. (2006). *Simulação e modelagem computacionais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I-circuitos elétricos simples*. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/050704.pdf>
- Fiolhais, C., Festas, I., Damião, H., Ferreira, A. J., Braguez, F., Matos, M., ... Nogueira, R. (2014). *Programa de física e química A, 10.o e 11.o anos, Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias*. Disponível em: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/programa_fqa_10_11.pdf
- Guedes, M. V. (2003). *O fenómeno elétrico : algumas ideias e experiências durante o século XVIII*. Disponível em <http://paginas.fe.up.pt/histel/FenomEl.pdf>
- Guerra das Correntes. (2017). *Wikipédia, a enciclopédia livre*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Guerra_das_Correntes
- GE Reports Brasil (2014). *Fibra de carbono e Thomas Edison*. Disponível em: <http://www.gereportsbrasil.com.br/post/96709533624/fibra-de-carbono-e-thomas-edison>
- Hankins, T. (2002). *Ciência e Iluminismo*. Porto: Porto Editora
- Januário, D. N., Correia, E. C., Brás, C. (2015). *Explora*. Porto: Porto Editora
- Jari, L., Meisalo, V., & Education, T. (2000). *Science teachers and technology teachers developing electronics and electricity courses together*, 22, 435–446.

- Jean-Antoine Nollet.(2015). *Wikipédia, a enciclopédia livre*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Jean-Antoine_Nollet&oldid=43678908
- Martins, I. P., Luísa, M., Filomena, V., Celina, T., Rui, T.-V., Vieira, M., ... Couceiro, F. (2007). *Educação em Ciências e Ensino Experimental*. Lisboa: Ministério da Educação
- Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2003). *Cambio conceptual: Análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo*. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/cambioconceptual.pdf>
- Oliveira, A., Moura, C., Leme, J.C., Cunha, L., Silva, P. C. (2015). *Física 10*. Lisboa: Raiz Editora
- Redshaw, K., *Nikola Tesla*. (1996). Disponível em: <http://www.kerryr.net/pioneers/tesla.htm>
- Rosalind, D, Edith G. e Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes: Open University Press
- Silva, A. J., Resende, F., Simões, C., Ribeiro, M. (2015). *Zoom 9*. Lisboa: Areal
- Tarciso, B. A., & Gilbert, J. . (1999). *Mental models of electricity. International Journal of Science Education*, 21(1), 95–117. <http://doi.org/10.1080/095006999290859>
- Ventura, G.; Fiolhais, Manuel; Fiolhais, C. (2015). *10F*. Lisboa: Texto